



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**NÁVRH KOMUNIKAČNÍ SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY**

PROJECT OF COMMUNICATION NETWORK INFRASTRUCTURE FOR OFFICE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Kajan

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Tomáš Kajan**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika
Vedoucí práce: **doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh komunikační síťové infrastruktury administrativní budovy

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretické podklady práce
Analýza současného stavu a požadavků
Rozbor možných řešení a výběr optimálního z nich
Vlastní návrh řešení
Závěrečné zhodnocení výsledků
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce je projekt ve formě návrhu síťové komunikační infrastruktury vícepatrové kancelářské budovy. Vstupem pro návrh je půdorys jednotlivých podlaží, seznam požadavků na přípojně body sítě zahrnující nejen standardní pracoviště, ale i přístupové body pro pokrytí jednotlivých pater wifi signálem, dále IP kamery a také přístupový systém na čipové karty. Infrastrukturu navrhnete s redundantními spoji a také tak, aby bylo možné pronajmout každé patro více nezávislým organizacím.

Práce bude obsahovat jak teoretickou průpravu, tak i rozbor aktuálního stavu a požadavků, i vlastní návrh řešení završený projektovou dokumentací s ekonomickým zhodnocením.

Základní literární prameny:

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů III: Integrovaná podniková infrastruktura. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5241-1.

KŘÍŽ, J. a P. SEDLÁK. Audiovizuální a datové konvergence. Brno: CERM, 2012. ISBN 978-80-72-4-784-0.

KUROSE, J. F. a K. W. ROSS. Počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-2513--25-0

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom komunikačnej infraštruktúry viacpodlažnej administratívnej budovy. Práca rieši návrh metalických horizontálnych vedení, ako aj optické vertikálne vedenie medzi poschodiami budovy. Jedným z hlavných faktorov, od ktorých sa návrh odvíjal bola možnosť prenájmu budovy viacerým nájomcom. V projekte je čiastočne navrhnutá bezdrôtová sieť a celá práca je ukončená ekonomickým zhodnotením, ktoré obsahuje pasívne prvky, aktívne prvky a približnú cenu inštalácie pasívnych prvkov.

Abstract

The bachelor's thesis deals with the design of a communication infrastructure of a multi-story office building. The work deals with a design of a metallic horizontal wires, as well as optical vertical wires between the floors of the building. One of the main factors, which the proposal was based on, was the possibility of renting the building to several tenants. As a part of the project is also partially designed wireless network and the whole work is concluded by an economic evaluation, which contains active elements, passive elements and approximate price of passive elements installation.

Klíčové slová

Cat.6, open space, SM FO, infraštruktúra komunikačných systémov, LAN, rozširiteľnosť

Keywords

Cat.6, open space, SM FO, communication systems infrastructure, LAN, scalability

Bibliografická citácia

KAJAN, Tomáš. *Návrh komunikační síťové infrastruktury administrativní budovy* [online].

Brno, 2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné také z:

<https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127764>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Vít Novotný

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.
Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právach súvisujúcich s právom autorským).

.....

Tomáš Kajan

Brno 17. mája 2020

Podakovanie

Moja veľká vďaka patrí pánovi doc. Ing. Vítovi Novotnému, Ph.D. za odborné rady, znalosti a konzultácie, ktoré mi uľahčili vypracovanie bakalárskej práce. Taktiež by som chcem poďakovať pánovi Ing. Petrovi Sedlákov, ktorý mi poskytol cenné rady z praxe.

OBSAH

ÚVOD	11
CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA	12
1 TEORETICKÉ PODKLADY PRÁCE	13
1.1 Referenčný model ISO/OSI	13
1.1.1 Fyzická vrstva (L1)	13
1.1.2 Linková vrstva (L2)	14
1.1.3 Sieťová vrstva (L3)	14
1.1.4 Transportná vrstva (L4)	14
1.1.5 Relačná vrstva (L5)	14
1.1.6 Prezentačná vrstva (L6)	14
1.1.7 Aplikačná vrstva (L7)	14
1.2 Siete podľa rozsahu	15
1.2.1 LAN	15
1.2.2 MAN	15
1.2.3 WAN	15
1.3 Siete podľa topológie	16
1.3.1 BUS	16
1.3.2 RING	16
1.3.3 STAR	17
1.4 VLAN	18
1.5 Vplyv konštrukcie kábla na prenosové parametre	19
1.5.1 Symetria a odolnosť párov proti rušeniu	20
1.5.2 Presluchy medzi pármami káblov	21
1.5.3 Alien presluchy	22
1.6 Sekcia kabelážneho systému	22
1.6.1 Horizontálna sekcia	22
1.6.2 Horizontálna sekcia s metalickými párovými káblami	22
1.6.3 Pracovná sekcia	23
1.6.4 Chrbticová sekcia	23
1.7 Zónová kabeláž	24
1.8 Značenie prvkov kabeláže	25
1.8.1 Vytváranie identifikačného kódu	26
1.9 Zoznam noriem	27
2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU A POŽIADAVIEK	28
2.1 Popis spoločnosti	28
2.2 Popis pozemku (Technologický Park Brno)	28
2.3 Popis budovy	29
2.4 Popis poschodí	29
2.4.1 5. nadzemné poschodie	29
2.4.2 4. nadzemné poschodie	29
2.4.3 3. nadzemné poschodie	30
2.4.4 2. nadzemné poschodie	30
2.4.5 1. nadzemné poschodie	30

2.4.6	1. podzemné poschodie	31
2.4.7	2. podzemné poschodie	31
2.5	Rozdelenie budovy	32
2.6	Požiadavky investora	32
3	ROZBOR MOŽNÝCH RIEŠENÍ A VÝBER OPTIMÁLNEHO Z NICH	33
3.1	Umiestnenie prípojných miest v priestoroch Open Space	33
3.2	Správa siete Wi-Fi	33
3.3	Prenájom celého poschodia jednou firmou	34
3.4	Výber prvkov konektivity	35
3.4.1	Prepojovací panel	35
3.4.2	Prenosový režim FO	36
4	VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA	37
4.1	Návrh siete	37
4.1.1	Topológia siete	37
4.1.2	Redundantná kabeláž	37
4.2	Chrbticová kabeláž (Backbone cabling)	37
4.2.1	Trasy kabeláže	38
4.3	Horizontálna kabeláž	39
4.3.1	Trasy kabeláže	40
4.4	Množstvo portov a ich rozloženie	40
4.4.1	Priestory Open Space	40
4.4.2	Prístupové body (Access Point)	41
4.4.3	IP kamery	41
4.4.4	Čítačky prístupových kariet	41
4.5	Rozdelenie na VLAN	42
4.6	Pokrytie budovy Wi-Fi signálom	42
4.7	Aktívne prvky	43
4.7.1	Centrálny switch/router	43
4.7.2	Switch nájomcu	43
4.7.3	Prípojenie AP a recepcie	44
4.7.4	Prípojenie ČPK	44
4.7.5	Optické moduly	45
4.7.6	Prístupové body	46
4.8	Návrh zapojenia aktívnych prvkov	46
4.9	Značenie prvkov kabeláže	48
4.9.1	Značenie prvkov horizontálnej kabeláže	48
4.9.2	Značenie prvkov chrbticovej sekcie	49
4.9.3	Farebné odlíšenie prvkov podľa použitia	50
4.10	Káblové žlaby	50
4.10.1	Nosnosť žlabov	50
4.11	Miestnosti s umiestnením DR	51
4.12	Chladenie miestností s DR	52
4.13	Zemnenie a napájanie	52
4.14	Inštalácia konektivity	52
4.15	Ekonomické zhodnotenie	53

4.15.1 Rozpočet	53
ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV	55
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	56
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	57
ZOZNAM OBRÁZKOV	59
ZOZNAM TABULIEK	60
ZOZNAM PRÍLOH	61

ÚVOD

Bakalárska práca sa bude zaoberať návrhom komunikačnej sieťovej infraštruktúry. Návrh bude prebiehať v novostavbe administratívnej budovy, ktorá má slúžiť na prenájom priestorov viacerým nájomcom. Budova bude súčasťou projektu Český technologický park. Bude obkolesená troma budovami, pričom dve z nich má v prenájme významná IT organizácia a našou Podnikateľskou fakultou. V projekte bude potrebné prihliadať na veľkú variabilitu možným budúcich nájomcov a to aj na častú zmenu usporiadania pracovných staníc, či nábytku v priestoroch Open Space. Návrh taktiež počíta s faktom rýchleho vývoja v oblasti IT a snaží sa mu vyhovieť. Projekt bude riešiť pripojenie štandardných pracovných staníc, ale aj bezdrôtové pripojenie, čítačky prístupových kariet a zapojenie IP kamier. Aktívne prvky budú navrhnuté z ohľadom na predpokladané požiadavky budúcich nájomcov. Komunikačná infraštruktúra bude navrhnutá tak, aby poskytla nie len dostačujúce parametre, ale aj dostatočnú rezervu a možnosť navýšenia parametrov siete. Mimo rozbor teoretických podkladov bude vykonaná analýza súčasného stavu budovy a vlastný návrh riešenia spolu so všetkým potrebným k realizácii tohto projektu. Celý návrh riešenia bude nakoniec ekonomicky zhodnotený.

CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA

Cieľom bakalárskej práce je navrhnuť komunikačnú sieťovú infraštruktúru viacpodlažnej administratívnej budovy. Návrh sa bude odvíjať od poskytnutých výkresov budovy a požiadavok, ktoré boli udané investorom.

Chrbticová sekcia bude tvoriť SMF duplexná kabeláž, ktorá bude zaručovať pripojenie a potrebnú šírku pásma pre budúcich nájomcov. Súčasťou chrbticovej sekcie bude taktiež redundantná kabeláž. Horizontálna sekcia bude navrhnutá v netienenej metalickej kabeláži Cat.6, pri čom budú prevažnú väčšinu horizontálnej sekcie tvoriť priestory Open Space. Pre prepojenie chrbticovej a horizontálnej sekcie budú navrhnuté aktívne prvky, ktoré budú spĺňať všetky požiadavky na požadované šírky pásma a v prípade niektorých aktívnych prvkov budú poskytovať napájanie zariadení pomocou PoE+.

V prvej časti boli spísané všetky základné teoretické podklady. Znalosť uvedených teoretických podkladov je nutná pre správne vypracovanie praktického návrhu práce.

V priebehu druhej časti bola vykonaná analýza budovy a analýza požiadaviek investora. Návrh riešenia bude z týchto analýz vyplývať.

V ďalšej časti budú popísané možnosti riešenia, z ktorých bude zvolená optimálna možnosť. Zvolené možnosti sa objavia v konečnom návrhu.

1 TEORETICKÉ PODKLADY PRÁCE

V tejto kapitole popisujem vedomosti, o ktorých si myslím, že sú nevyhnutné pre pochopenie tejto práce. Avšak ide len o základné vedomosti a nie o ich kompletný výpis.

1.1 Referenčný model ISO/OSI

Sieťová komunikácia je definovaná referenčným modelom ISO/OSI. Táto definícia obsahuje celkovo sedem vrstiev, ktoré na seba nadväzujú. Vrstvy aplikačná, prezenčná a relačná sú orientované aplikačne. Transportná, sieťová, linková a fyzická vrstva sú zamerané na prenos dát. [12]



Obr. 1.1: Znázornenie ISO/OSI (Zdroj: vlastné spracovanie)

1.1.1 Fyzická vrstva (L1)

Fyzická vrstva je najnižšia vrstva OSI modelu. Vrstva prenáša bity cez komunikačný kanál. Dizajnový problém fyzickej vrstvy berie do úvahy štyri faktory. Tými sú elektrické, mechanické, procedurálne a funkčné atribúty. Elektrické atribúty popisujú úroveň napätia alebo úroveň prúdu. Mechanické atribúty popisujú konektory a kábel rozhrania. Funkčné atribúty popisujú funkciu, ktorá má byť vykonaná fyzickým rušením a procedurálne atribúty popisujú postupnosť udalostí potrebných na uskutočnenie skutočného prenosu údajov cez rozhranie. [10]

1.1.2 Linková vrstva (L2)

Linková vrstva je zodpovedná za prenos údajov cez kanál. Zoskupuje bity do rámcov. Rámec je séria bitov, ktoré tvoria jednotku údajov. Linková vrstva detekuje a opravuje prenosové chyby pomocou metódy chybového pripojenia. Taktiež poskytuje riadenie toku údajov, aby bolo zabezpečené, že nedôjde k nadmernému zaťaženiu DTE. Identifikuje zariadenia v sieti. [10]

1.1.3 Sieťová vrstva (L3)

Sieťová vrstva špecifikuje operácie v rámci siete, rôzne typy adresovacích a smerovacích služieb. Logické a servisné adresovanie je poskytované zo sieťovej vrstvy. Taktiež poskytuje ovládanie prepínania a pripojenie terminálu. [10]

1.1.4 Transportná vrstva (L4)

Transportná vrstva je zodpovedná za spoľahlivý end to end prenos údajov, teda optimálne využitie sieťových zdrojov. Transportná vrstva vykonáva službu odosielania a prijímania segmentov údajov do relačnej vrstvy. Poskytuje tiež riadenie toku, číslovanie sekvencií a potvrdzovanie správ. [10]

1.1.5 Relačná vrstva (L5)

Relačná vrstva pridáva mechanizmus na vytvorenie, udržanie, synchronizáciu a správu komunikácie medzi sieťovými entitami. Táto vrstva má špecifické služby, primitíva a dátové jednotky protokolu, ktoré sú definované v relačnom modeli. [10]

1.1.6 Prezentačná vrstva (L6)

Prezentačná vrstva je zodpovedná za kompresiu dát, expanziu dát, šifrovanie dát a dešifrovanie dát. Akceptuje dátové typy tj. int, char, atď. od aplikačnej vrstvy a potom vyjednáva s seberovnou vrstvou, pokiaľ ide o syntaktickú reprezentáciu. [10]

1.1.7 Aplikačná vrstva (L7)

Aplikačná vrstva podporuje funkcie koncových užívateľov ako prihlásenie, prenos súboru hesiel. Táto vrstva obsahuje služby na podporu procesov aplikácie, ako sú riadenie úloh,

výmena finančných údajov a výmena obchodných údajov. Taktiež podporuje virtuálny terminál a koncept virtuálnych súborov. [10]

1.2 Siete podľa rozsahu

1.2.1 LAN

LAN môže pozostávať z počítačov, tlačiarňí, úložných zariadení a iných zdieľaných zariadení alebo služieb dostupných skupine používateľov v rovnakej grafickej oblasti. Tieto zariadenia sú vzájomne prepojené buď medeným drôtom, optickým vláknom alebo bezdrôtovým médiom. Informácie prechádzajúce cez LAN sú riadené súborom sieťových protokolov, ktoré umožňujú správne zdieľanie údajov medzi aplikáciami a zariadeniami, aj keď môžu pochádzať od mnohých rôznych spoločností a výrobcov. [11]

1.2.2 MAN

MAN je trochu nejasný a prijal množstvo rôznych sieťových scenárov. Spoločným menovateľom vo všetkých týchto sieťach je to, že pokrývajú oblasti, ktoré sú omnoho väčšie, ako dokáže pokryť konvenčná sieť LAN. Technologický rozvoj siete z optických vlákien uľahčil rast verejných aj súkromných sietí MAN. Optické vlákno umožnilo sieti natiahnuť sa na niekoľko kilometrov, čím sa rozšírené siete stali uskutočniteľnejšími. [11]

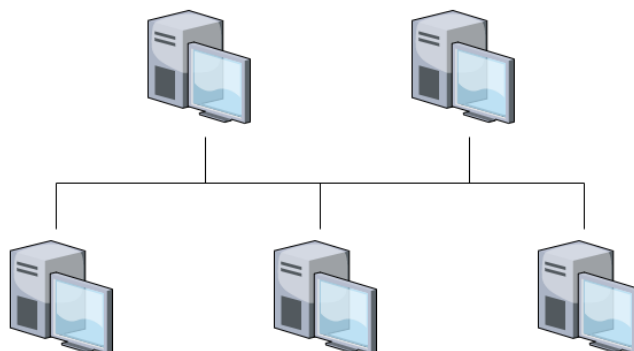
1.2.3 WAN

WAN je sieť tvorená jedným alebo viacerými zoskupeniami sieťových prvkov a ich zdrojov, ale namiesto toho, aby boli obmedzené na malú oblasť, prvky zoskupení alebo samotné zoskupenia sú rozptýlené po širokej geografickej oblasti ako v regióne krajiny, v celej krajine, v niekoľkých krajinách alebo na celom svete. Príkladom siete WAN môže byť napríklad Internet. Medzi výhody siete WAN patria distribučné služby pre širšiu komunitu a dostupnosť širokého spektra hardvérových a softvérových zdrojov, ktoré nemusia byť v sieti LAN k dispozícii. [13]

1.3 Siete podľa topológie

1.3.1 BUS

Topológia BUS (v preklade zbernica) používa viacbodovú kabeláž tj. viacero zariadení pripojených pomocou konektorov prepádových káblov. Jeden dlhý kábel slúži ako chrbtica, ktorá prepojuje všetky zariadenia v sieti. [10]



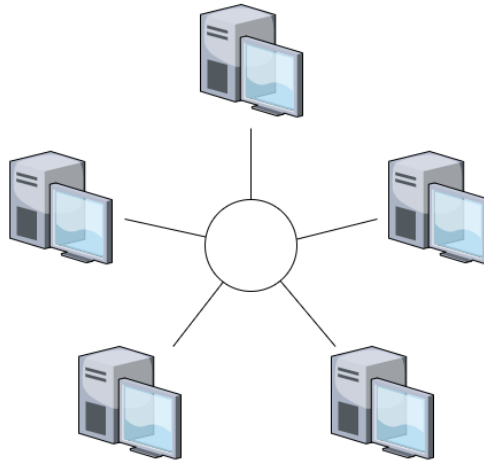
Obr. 1.2: Znáozornenie topológie BUS (Zdroj: vlastné spracovanie)

Signál, ktorý cestuje po chrbticovej linke postupne zoslabuje. V prípade, ak zariadenie pošle signál dole po zbernici, všetky zariadenie tento signál príjmu, ale príjme ho len zariadenie, ktorému bol tento signál zaslaný. Topológia BUS sa považuje za pasívnu, pretože požaduje ukončenie. Kábel nie je možné nechať v tejto sieti neukončený. [10]

1.3.2 RING

V kruhovej topológii (v preklade kruh) je každé zariadenie spojené point-to-point spojením so svojim priľahlým zariadením, čím vytvára štruktúru kruhového typu. [10]

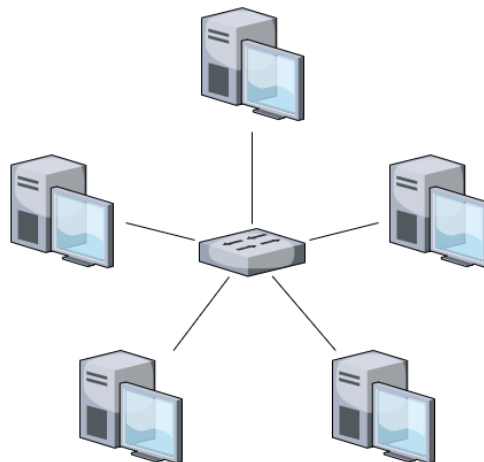
Signál prechádza pozdĺž kruhu v jednom smere zo zariadenia na zariadenie, až kým nedosiahne cieľ. Medzi tým je signál regenerovaný opakovačom v kruhu, preto je to aktívna sieť a ukončenie nie je potrebné. [10]



Obr. 1.3: Znáznornenie topológie RING (Zdroj: vlastné spracovanie)

1.3.3 STAR

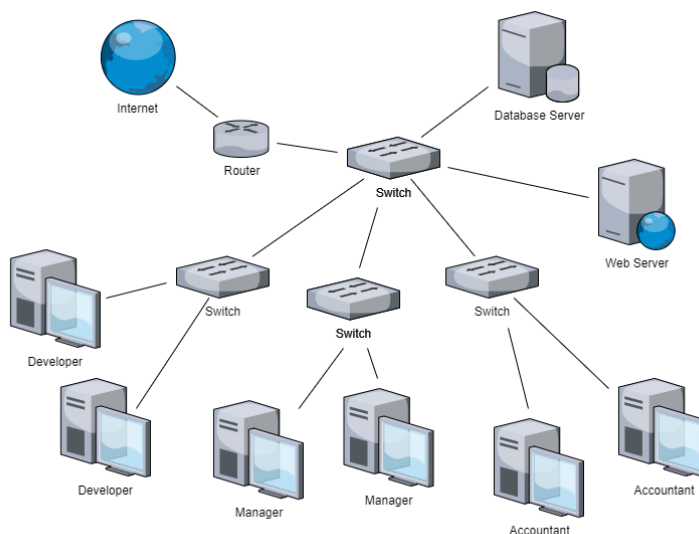
Topológia STAR (v preklade hviezda) pozostáva so zariadení pripojených pomocou point-to-point liniek k centrálnemu hubu. [10]



Obr. 1.4: Znáznornenie topológie STAR (Zdroj: vlastné spracovanie)

V prípade ak jeden uzol zasiela dáta druhému uzlu, prvý uzol posíela dáta centrálnemu hubu, ktorý ďalej posúva dáta druhému uzlu. [10]

1.4 VLAN

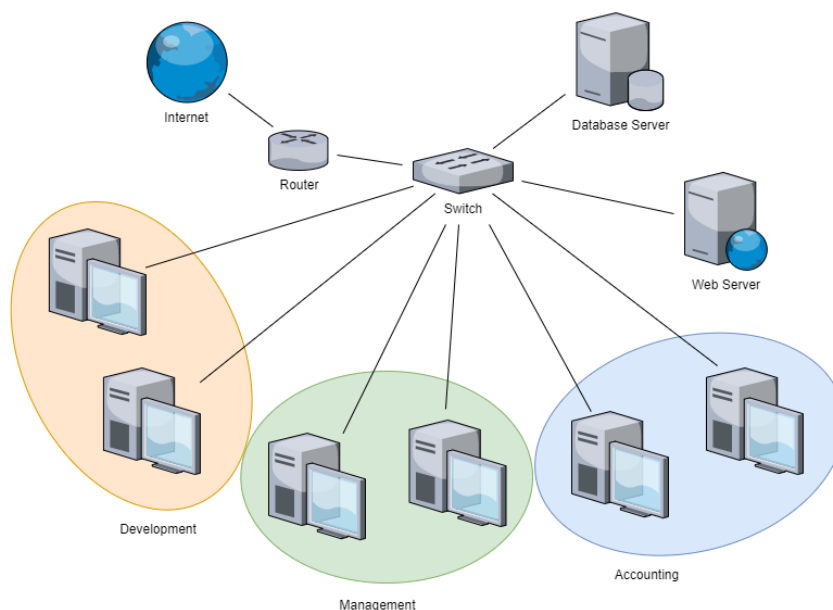


Obr. 1.5: Znáznornenie siete LAN (Zdroj: vlastné spracovanie)

Moderné siete LAN sú vo väčšine prípadov konfigurované hierarchicky (viz. Obr. 1.5). To znamená, že každá skupina disponuje svojou vlastnou prepínanou sieťou LAN, pričom sú tieto siete prepojené pomocou prepínačov(switch). Toto riešenie má v reálnom svete tri nevýhody: [14]

- **Nedostatok izolácie premávky.** Všesmerové vysielanie prechádza celou sieťou danej inštitúcie. Toto vysielanie sa nazýva broadcast. Obmedzenie tohto vysielania by malo za účel zlepšenie premávky siete LAN a taktiež by bola zvýšená bezpečnosť a súkromie siete. [14]
- **Neefektívne využívanie prepínačov.** V prípade, ak by spoločnosť vyžadovala 10 skupín, bolo by potrebné zaobstarať 10 prepínačov. Ak by však jedna skupina využívala 2 porty, tak by v tomto prípade bolo možné zmenšiť počet potrebných prepínačov o polovicu. Premávka by však od seba nebola izolovaná. [14]
- **Správa užívateľov.** V prípade prechodu zamestnanca do inej skupiny by bolo potrebné zmeniť fyzickú kabeláž a to tak, aby bol zamestnanec pripojený k inému prepínaču. U zamestnancov patriacich do viac ako jednej skupiny by bol tento problém ešte ťažší. [14]

Každý z týchto problémov je možné vyriešiť pomocou switcha, ktorý podporuje virtuálnu lokálnu sieť (VLAN). Tento switch podporov VLAN umožňuje definovať viac virtuálnych sietí v jednej (fyzickej) sieti, ako je znázornené na Obr. 1.6. Užívatelia siete VLAN medzi sebou komunikujú tak, ako keby boli pripojení k vlastnému switchu. Správca siete rozdelí porty prepínačov do jednotlivých skupín, ktorým bude pridelená konkrétna sieť VLAN. [14]

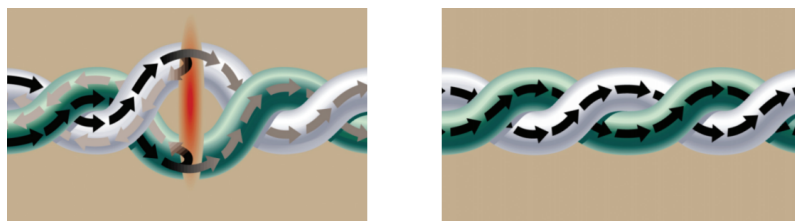


Obr. 1.6: Rozdelenie siete pomocou VLAN (Zdroj: vlastné spracovanie)

1.5 Vplyv konštrukcie kábla na prenosové parametre

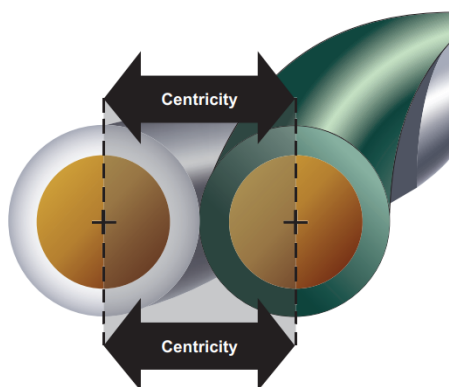
Nedokonalá symetria párov, ostrý uhol ohybu, zlé pripojenie konektora k vodiču a taktiež tienenie kábla môže negatívne ovplyvniť pozdĺžnu stabilitu impedancie. Konštantu vzdialenosť tienenia kábla vo výrobe nie je prakticky možné zaistiť a však pri rovnakej konštrukcii bez tienenia je možné dosiahnuť lepšiu stabilitu a lepšie prenosové vlastnosti. Tieto vlastnosti je možné vylepšiť pomocou technológie zvárania krúteného páru. Zváranie párov taktiež zaručuje výrazne lepšie zachovanie priestorových dimenzií páru pri ohybe. [12]

Nekonzistentná symetria zhoršuje prenosové parametre impedancie Return Loss, NEXT a FEXT. Zváraný pár má charakteristiky koaxiálneho kábla, ale praktické riešenie párového kábla. V prípade nezváraného kábla môže nastať oddelenie vodičov, čo spôsobuje lokálnu



Obr. 1.7: Rozdiel medzi zvareným a nezvareným párom (Zdroj: [9])

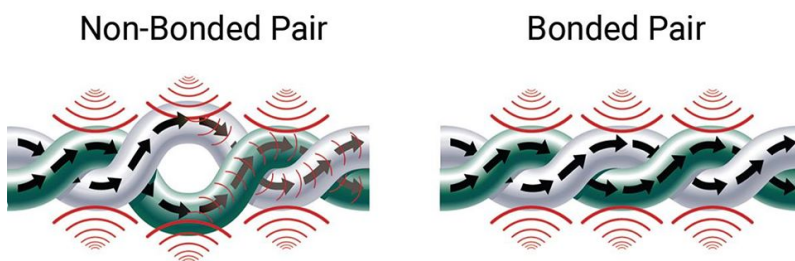
zmenu impedancie, presluchy a odrazy signálu. V prípade zvarených párov oddelenie vodičov nemôže nastať a tým sa vyhneme spomínaným komplikáciám. [12]



Obr. 1.8: Znázornenie symetrie párov (Zdroj: [9])

1.5.1 Symetria a odolnosť párov proti rušeniu

Kvôli lokálnym zmenám impedancie dochádza k vyžarovaniu elektromagnetického vlnenia. Takéto miesto môže byť zdrojom vyžarovania, ale taktiež aj zdrojom odrazu a šumu. V prípade ideálneho páru by nemalo dochádzať k vyžarovaniu, ale v reálnom živote je veľmi náročné alebo až nemožné vytvoriť pár, ktorý bude dokonale symetrický. [12]

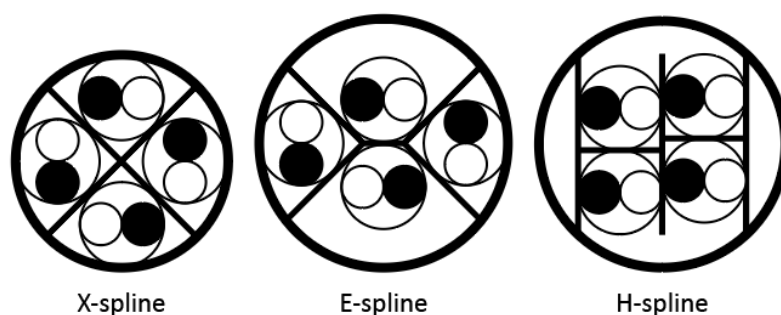


Obr. 1.9: Ukážka zvareného a nezvareného páru (Zdroj: [9])

Na páre sa posudzuje rozdiel medzi vodičmi, keďže väčšina počítačových komunikačných systémov a Ethernet pracuje v diferenciálnom režime. Rušenie sa teda správa ako súhlasný signál, ktorý je naindukovaný na obidva vodiče páru a má pre oba vodiče rovnakú polaritu, fázu a amplitúdu. Miesto rušenia je síce fyzicky zhodné, ale kvôli asymetrii vedenia elektricky zhodné nie je. Toto spôsobuje fázový posun indukovaných napätí. Veľkosťou asymetrie stúpa fázový posun a tým taktiež stúpa výsledné rušenie. [12]

1.5.2 Presluchy medzi pármí káblov

Presluchy medzi pármí káblov je možné obmedziť konštrukciou káblov. Elektrická dĺžka páru sa mení v závislosti na výške závitú skrútenia, čo spôsobuje vznik rozdielového oneskorenia. Toto opatrenie je dostačujúce pre káble do Cat.5. V prípade vyššieho kmitočtu a kategórie je nutné urobiť určité opatrenia. Pre Cat.6 a 6A je potrebné zväčšiť vzdialenosť párov kábla, a to vložením kríža alebo separačnej pásky. Taktiež je možné zmeniť priestorové usporiadanie párov kábla zmenou jeho prierezu z kruhového na plochý kábel. V prípade Cat.6A a Cat.7 je potrebné previesť jednotlivé tienenie káblov, ktoré zaručí kmitočty 1000MHz a viac. [12]



Obr. 1.10: Znáozornenie krížov (Zdroj: vlastné spracovanie podľa [12])

Úlohou x-spline a e-spline je oddelenie jednotlivých párov. V prípade kríža x-spline majú dva páry vždy väčšie presluchy. Tento jav rieši e-spline, ktorý tieto páry viac vzdďľuže, tým pádom má táto konštrukcia lepšiu charakteristiku presluchu. Kríž h-spline od seba vzdďľuže všetky štyri páry ešte viac. Používa sa pri kábli UTP Cat.6A. Ako alternatívu je však možné použiť aj takzvanú separačnú pásku, ktorá taktiež páry oddeľuje. [12]

1.5.3 Alien presluchy

V prípade Alien presluchov sa jedná o presluchy medzi párami susediacich káblov vo zväzku káblov. Tieto presluchy je možné riešiť dvoma spôsobmi. [12]

Jedným z nich je zväčšenie vzdialenosti káblov vyskytujúcich sa vo zväzku. To je možné docieľiť pomocou vhodných káblových organizérov v ich trase, zväčšením hrúbky plášťa kábla alebo výberom vhodného tvaru kábla, distančným segmentom pod plášťom kábla a taktiež použitím h-spline, čo nahradí väčšiu hrúbku plášťa. [12]

Druhý spôsob je použitie Alien bariéry. V tomto prípade je na UTP káble možné použiť Matrix-pásku, alebo je tento presluch možné vyriešiť tienením kábla alebo jednotlivých párov kábla. [12]

1.6 Sekcia kabelážneho systému

1.6.1 Horizontálna sekcia

Horizontálna sekcia zahŕňa rozvod z dátového rozvádzača k jednotlivým dátovým výstupom. Rozvod vo väčšine prípadoch začína v prepojovacom paneli (Patch Panel) a končí dátovým výstupom, pri ktorom sa obvykle jedná o dátovú zásuvku Jack typu RJ45. Fyzická topológia musí byť vždy zakončená topológiou hviezda a však ďalej je možné kombinovať ďalšie topológie ako sú BUS alebo RING. Vo väčšine prípadov sa horizontálna sekcia realizuje z metalických vedení, je ju však možné realizovať taktiež pomocou optických vedení. [12]

1.6.2 Horizontálna sekcia s metalickými párovými káblami

Dĺžka linky horizontálnej sekcie nemôže presiahnuť udanú maximálnu elektrickú dĺžku vedenia 90 metrov. Jedna strana vedenia, ktorá začína v dátovom rozvádzači je obvykle zakončená v Patch Paneli portom, ktorý môže byť buď integrovaný alebo modulárny. Druhá strana vedenia končí obvykle v jacku portu RJ45, väčšinou v dátovej zásuvke. Je nutné, aby v jednom jacku RJ45 boli zakončené všetky štyri páry kábla. V ideálnom prípade je linka na oboch stranách zakončená rovnakým typom portu, čo znamená použitie rovnakého jacku s použitím identického typu zárezovej technológie. [12]

Pri návrhu káblovej trasy od dátového rozvádzača po dátovú zásuvku je potrebné dbať na to, že počet liniek vedených na tejto trase sa musí zhodovať s počtom portov dátových zásuviek. Pri kapacite je potrebné zohľadniť taktiež rezervy, brať v úvahu ohyby káblov a nezabudnúť taktiež na rezervu pre jednoduchú priechodnosť káblov v prípade zaťahovania do chráničiek. Na linku v dátovom rozvádzači nadväzuje pracovné vedenie, ktoré spolu z horizontálnou linkou tvorí kanál a tento kanál nemôže presiahnuť dĺžku vedenia 100 metrov. [12]

V prípade priestorov Open Space vznikli požiadavky, ktoré koncipovaná kabeláž nespĺňa. V týchto priestoroch platí jediná vec, a to je neustála zmena. Jedná sa o plochu, pri ktorej nie je vopred známe presné využitie plochy, rozloženie nábytku, alebo rozdelenie pracoviska priečkami. V tomto prípade nie je možné použiť riešenie štandardnej linky. Riešením tohto problému je zónová kabeláž, ktorá bude popísaná v sekcii 1.7. [12]

1.6.3 Pracovná sekcia

Pracovná sekcia nemá vlastnú topológiu, lineárne predlžuje horizontálnu alebo chrbticovú sekciu. Tvoria ju prepojovacie a pripojovacie káble. Maximálne dĺžka tejto sekcie je 6 metrov a vedenie v dátovom rozvádzači by nemalo prekročiť 5 metrov. [12]

V prípade metalického prevedenia by mali byť použité káble, ktoré boli vopred vyrobené a testované, obsahujú integrovanú mechanickú ochranu plugu a dostatočne chránia kábel za konektorom proti vytrhnutiu, zlomeniu atď. Štandardne je používaný plug RJ45. [12]

1.6.4 Chrbticová sekcia

Chrbticová sekcia je definovaná ako hierarchická hviezda s možnosťou doplnenia voliteľných káblov, uzlov a tým pádom existuje možnosť vytvorenia úplného alebo neúplného polynómu. Toto vedenie prepojuje jednotlivé komunikačné uzly, ktoré sú fyzicky tvorené dátovými rozvádzačmi. V chrbticovej sekcii sú tvorené redundantné trasy, ktoré zabezpečujú bezpečnosť a spoľahlivosť systému. Tieto trasy sa delia na priame alebo nepriame redundantné trasy. Nepriamu redundantnú trasu tvoríme zapojením topológie úplného a neúplného polynómu. Pre redundanciu trás je dôležité, aby u oboch metód boli káble vedené fyzicky odlišnou trasou. Bez praktických znalostí aktívnych prvkov nie je možné korektne navrhnuť redundanciu chrbticových trás. [12]

Maximálny dosah chrbticových optických rozvodov závisí na type vlákna, jeho kvalite v podobe šírky pásma a obzvlášť rýchlosti prenosu dát. Súčasne maximálne dĺžky je možné dohľadať v aktuálnych normách. Obecne platí, že čím je priemer jadra menší, tým je šírka pásma a taktiež dosah väčší. Záleží taktiež na použití optických modulov. [12]

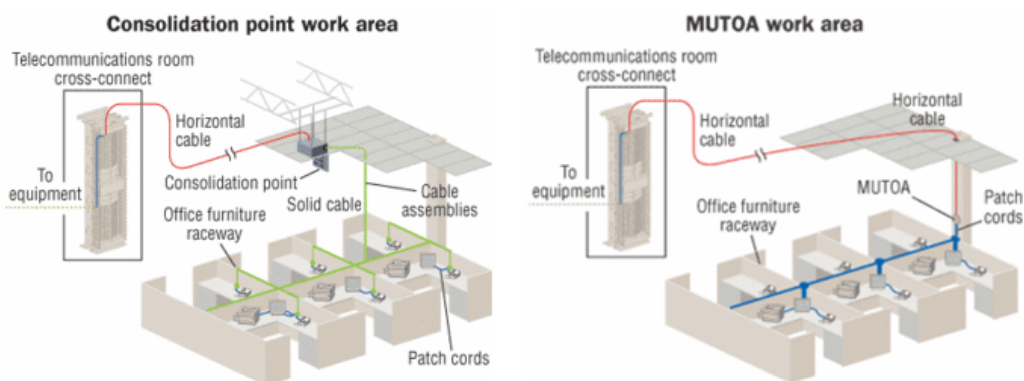
Pri návrhu optických trás je potrebné dbať na niekoľko základných zásad:

- trasy FO musia byť dostatočne voľné a prechodné
- je nutné dodržiavať požadované minimálne polomery ohybu
- káble vo vertikálnych stúpačkách musia byť riadne fixované
- FO konektory musia byť prispôsobené pre konkrétnu káblovú trasu
- vyhnúť sa zváraniu FO, ak to nie je nutné

Týmito opatreniami je možné predísť možným komplikáciám, a tým zamedziť vzniku neočakávaných výdavkov. [12]

1.7 Zónová kabeláž

Zónová kabeláž je vo väčšine prípadov spomínaná v spojení s priestormi Open Space. Má mnoho výhod v prípade nasádzania moderných, budúcich technológií a predovšetkým prináša potrebnú pružnosť IT infraštruktúry. Pri klasickom riešení kabeláže je vstupný port umiestnený v patch paneli, ktorý sa nachádza v dátovom rozvádzači a výstup je ukončený priamo v porte na pracovisku. Pri tejto architektúre je kľúčové od začiatku poznať počet portov a ich konkrétne umiestnenie. V priestoroch Open Space však toto riešenie nie je možné, keďže sa rozloženie miestnosti a počet užívateľov neustále mení. Tieto zmeny a to rozširovanie a presuny prebiehajú po celú životnosť tohto systému, a tým pádom je obťažné toto rozloženie naplánovať a spravovať. Vďaka tomuto vznikli medzinárodné normy ako ISO / IEC, EN a EIA / TIA, ktoré definujú takzvanú architektúru zónovej kabeláže. [12]



Obr. 1.11: Znáozornenie CP a MUTO (Zdroj: [7])

Klasická kabeláž sa od zónovej kabeláže líši hlavne v horizontálnej linke. Všetky paralelne vedené pevné káble liniek sú ukončené v konsolidačnom bode (CP) alebo v multi-portovom výstupe (MUTO), kde sú zakončené odpovedajúcim typom konektoru, najčastejšie konektorom RJ45. CP/MUTO je umiestnené v manipulačnej zóne. Flexibilná časť liniek, ktorá je určená k premiestňovaniu a prepojovaniu sa nazýva CP prechodový kábel (CP Transition Cable). Návrh pevných liniek z dátového rozvádzača do CP/MUTO musí počítať s budúcimi požiadavkami užívateľov na určitú oblasť. Hlavnou úlohou CP/MUTO je pokrytie určitej zóny, ktorá bude slúžiť niekoľkým budúcim užívateľom a taktiež musí umožňovať dobrý prístup, ktorý súčasne nebude narušovať interiér miestnosti. [12]

1.8 Značenie prvkov kabeláže

Súčasťou návrhu kabeláže IKS je značenie prvkov systému, ktoré definuje európska norma EN 50174. Toto značenie je navrhované projektantom v rámci návrhu projektu. V prípade hocijakej zmeny je značenie potrebné aktualizovať. Je potrebné, aby bolo značenie uvedené v káblových tabuľkách a taktiež vo výkresovej dokumentácii rozvádzačov a osadení zásuviek. Medzi hlavné typy značenia patrí:

- identifikačné značenie
- informačné značenie
- výstražné značenie

Značenie musí byť jednoznačné, vždy čitateľné a musí odolať všetkým vonkajším vplyvom prostredia. [12]

1.8.1 Vytváranie identifikačného kódu

Vďaka prirodzenému vývoju vznikli dva najčastejšie používané spôsoby generovania identifikačných kódov. Tieto spôsoby generovania sa používajú dodnes, a však každý z nich má výhody, ale aj nevýhody. [12]

Priamy identifikačný kód

Princíp priameho kódu je priradenie portu dátovej zásuvky k portu prepojovacieho panelu (patch panelu). Táto identifikácia vyžaduje definovanie čísla objektu, čísla poschodia, čísla miestnosti, čísla zásuvky v miestnosti a čísla konkrétneho portu v jednotnom znakovom reťazci kódu. Následne je vyžadované umiestnenie tohto kódu na porte dátovej zásuvky a porte prepojovacieho panelu. Hlavnou nevýhodou je očakávaná dĺžka kódu tohoto riešenia v rozsahu 8 až 12 znakov. Skúsenosti z praxe však dokazujú, že aby kód zostal na porte typu RJ45 čitateľný nemal by prekročiť 5 znakov. Tento typ značenia je teda vhodný len pre kabeláž malého rozsahu. Príklad priameho identifikačného kódu vyzerá nasledovne. [12]

O.FF.RRR.SS.P

O - číslo objektu (object)

FF - číslo miestnosti (floor)

RRR - číslo miestnosti (room)

SS - číslo dátovej zásuvky (socket)

P - číslo portu v zásuvke (port)

V prípade tohto riešenia je na káble, zásuvky a porty prepojovacích panelov nutné umiestniť identifikačné štítky. Taktiež je potrebné do rozvádzača umiestniť tabuľku s prehľadom miestností a popřípade výkres s umiestnením zásuviek. [12]

Reverzný identifikačný kód

Nevýhody priameho kódu rieši kód reverzný. Portu konkrétnej zásuvky je pripadaný port konkrétneho prepojovacieho panelu v určitom dátovom rozvádzači, ako naznačuje názov značenia. Príklad reverzného identifikačného kódu vyzerá nasledovne. [12]

CPXX

C - označenie dátového rozvádzača (data cabinet)

PP - označenie prepojovacieho panelu (patch panel)

XX - číslo portu prepojovacieho panelu

V prípade tohto riešenia je v dátovom rozvádzači vhodné umiestniť tabuľku s prehľadom miestností, poprípade výkres s umiestnením zásuviek. Nie je to však nutné. Káble a porty zásuviek budú označené identifikačnými štítkami a keďže sú porty prepojovacieho panelu vopred očíslované, porty nebude nutné číslovať a bude dostačujúce označenie prepojovacieho panelu. [12]

1.9 Zoznam noriem

ISO IEC IS 11801 - univerzálne kabelážne systémy

ČSN EN 50173-1 - univerzálne kabelážne systémy (kancelárske priestory)

ČSN EN 50174-1 - inštalácia káblových rozvodov (špecifikácie a zabezpečenie kvality)

ČSN EN 50174-2 - inštalácia káblových rozvodov (plánovanie a postupy inštalácie v budovách)

ČSN EN 50346 - skúšanie káblových rozvodov

ČSN EN 50310 - spoločné sústavy spojovania a zemnenia v budovách vybavených IT

ČSN EN 62505-3 - ochrana pred bleskom - hmotné škody na stavbách a ohrození života

ČSN EN 62305-4 - ochrana pred bleskom - elektrické a elektronické systémy na stavbách

EN 55022-EMC - limity vyžarovania

EN 55024-EMC - odolnosť proti rušeniu

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU A POŽIADAVIEK

Druhá kapitola obsahuje základné informácie o spoločnosti investora, popis pozemku, na ktorom bude administratívna budova postavená, stručný popis projektu, vďaka ktorému bude administratívna budova realizovaná a taktiež popis budovy a jej poschodí. V poslednom rade budú v kapitole popísané požiadavky investora, ktorými sa bude projekt IKS riadiť.

2.1 Popis spoločnosti

Spoločnosť K4 a.s. sa zaoberá komplexnou činnosťou pri príprave, projektovaní a realizácii stavieb. Medzi jej hlavné prednosti patria široké palety služieb. Ako jedna z mála spoločností poskytuje integrovanú službu CM&D, teda projekt a riadenie stavby v jednom balíku. [4]

K4 a.s. vznikla v roku 1995. Od jej vzniku sa spoločnosť manažérsky alebo projekčne podieľala na rade projektov, čo spoločnosti a jej zamestnancom dodalo mnoho skúseností. [4]



Obr. 2.1: Logo spoločnosti K4 a.s. (Zdroj: [4])

2.2 Popis pozemku (Technologický Park Brno)

Tento objekt bol navrhnutý v rámci projektu Český technologický park, ktorý je realizovaný spoločnosťou Technologický Park Brno, a.s. (TPB). Jeden z akcionárov je taktiež Vysoké učení technické v Brně, ktorý však vlastní len malý podiel. Konkrétne sa jedná o Objekt D. Po dostavaní tohto objektu bude dokončená zóna C, ktorá sa skladá zo štyroch objektov ako je znázornené na nasledujúcom obrázku. [5]



Obr. 2.2: Znáozornenie Technologického Parku (Zdroj: [5])

2.3 Popis budovy

Jedná sa o novostavbu administratívnej budovy, ktorej kancelárske plochy sú navrhnuté ako univerzálne a sú určené na prenájom. Budova bude mať 5 nadzemných a 2 podzemné poschodia. Podzemné poschodia budú vytvárať parkovacie miesta pre 84 vozidiel. Nadzemné poschodia sú prevažne vyčlenené pre kancelárske priestory, pričom plocha na prenájom bude mať rozlohu vyše 5000 m².

2.4 Popis poschodí

2.4.1 5. nadzemné poschodie

5A.00 – Priestory typu Open Space

51.01, 51.11 – Chodba

51.13, 51.14, 51.19, 51.20, 51.21, 51.22 – Pánske a dámske toalety a toaleta pre invalidov

51.23 – Strešná terasa

51.24, 51.27, 51.28 – Strojovňa

51.29, 51.30 – Zasadačka

2.4.2 4. nadzemné poschodie

4A.00, 4B.00 – Priestory typu Open Space

41.01 – Lávka

41.11, 41.51 – Chodba

41.12, 41.12, 41.14, 41.52, 41.53, 41.54, 41.62 – Pánske a dámske toalety a toaleta pre invalidov

41.15 – Hygienická kabínka pre ženy

41.22 – Kancelária

2.4.3 3. nadzemné poschodie

3A.00, 3B.00 – Priestory typu Open Space

31.01 – Lávka

31.11, 31.51 – Chodba

31.12, 31.13, 31.14, 31.52, 31.53, 31.54, 31.55 – Pánske a dámske toalety a toaleta pre invalidov

31.15 – Hygienická kabínka pre ženy

31.22 – Kancelária

2.4.4 2. nadzemné poschodie

2A.00, 2B.00 – Priestory typu Open Space

21.01 – Lávka

21.11, 21.51 – Chodba

21.12, 21.13, 21.14, 21.52, 21.53, 21.54 – Pánske a dámske toalety a toaleta pre invalidov

21.15 – Hygienická kabínka pre ženy

21.22 – Kancelária

2.4.5 1. nadzemné poschodie

1A.00, 1B.00 – Priestory typu Open Space

11.01, 11.04, 11.11, 11.51 – Chodba

11.02 – Zádverie turniket

11.12, 11.13, 11.14, 11.35, 11.52, 11.53, 11.54, 11.56 – Pánske a dámske toalety a toaleta pre invalidov

11.15 – Hygienická kabínka pre ženy

11.55 – Recepcia

2.4.6 1. podzemné poschodie

01.01 – Parkovanie

01.02, 01.03, 01.04, 01.29 – Chodba

01.05, 01.28 – Sklad

01.06, 01.37, 01.38, 01.39, 01.42, 01.43 – Pánske a dámske toalety

01.08 – Požiarna rozvodňa

01.09, 01.10 – Trafostanica

01.11, 01.14 – Rozvodňa na nízke napätie

01.12 – Rozvodňa na vysoké napätie

01.23 – Rozvodňa IKS + UPS

01.25 – Výmenník na vodu

01.33 – Technológia závlah

01.35 – Šatňa pre mužov

01.36 – Sprchy pre mužov

01.40 – Šatňa pre ženy

01.41 – Sprchy pre ženy

2.4.7 2. podzemné poschodie

02.01 – Parkovanie

02.02, 02.03, 02.04, 02.29 – Chodba

02.31, 02.32, 02.33, 02.41, 02.43, 02.44, 02.45 – Sklad

02.34 – Strojovňa stabilného hasiaceho zariadenia

02.35 – Nádrž na požiarnu vodu

02.36 – Nádrž na dažďovú vodu

02.47 – Operátori

2.5 Rozdelenie budovy

V projekte bude spomínané rozdelenie návrhu IKS a teda aj budovy na dve časti. Toto rozdelenie umožní prenájom jedného poschodia budovy dvom nezávislým firmám. Z tohto dôvodu bude budova rozdelená na časť A a na časť B. Za časť A sa bude považovať pravá strana budovy. Ľavá strana budovy sa bude považovať za časť B. Pravá a ľavá strana sa bude posudzovať od hlavného vchodu budovy. Priestory medzi časťou A a B budú pridelené k spomínaným častiam podľa prenájmu. Toto označenie bude spomínané ďalej v projekte.

2.6 Požiadavky investora

Na zhotovenie projektu boli investorom stanovené nasledovné požiadavky:

- Rýchlosť prenosu 100Mb/s na port pracovnej stanice
- Návrh siete Wi-Fi
- Príprava siete na zapojenie IP kamier
- Redundancia siete
- Nadčasovosť riešenia
- Možnosť rozdelenia budovy na sekciu A a sekciu B

Bez dosiahnutia týchto bodov sa projekt nepovažuje za splnený.

3 ROZBOR MOŽNÝCH RIEŠENÍ A VÝBER OPTIMÁLNEHO Z NICH

Ako už vyplýva z názvu kapitoly, kapitola sa bude zaoberať možnými riešeniami projektu a výberom finálneho riešenia, ktoré bude v projekt navrhované.

3.1 Umiestnenie prípojných miest v priestoroch Open Space

Jedným zo spôsobov umiestnenia prípojných miest, by bolo pevné osadenie pravidelne rozložených podlahových boxov obsahujúcich dátové zásuvky. Pevné umiestnenie však nepripadá do úvahy, keďže sa jedná o priestory Open Space, kde je takmer zaručená neustála zmena. Nie je vopred možné určiť umiestnenie pracovných staníc, uličiek, prípadný vznik priečok, ktoré by mohli v rámci služby Fit-out vzniknúť. Aj keby bolo umiestnenie týchto prvkov známe, predpokladá sa, že sa toto umiestnenie zmení minimálne pri zmene nájomcu.

Ďalšou možnosťou by bolo upravenie predchádzajúcej možnosti. Do linky by pribudol konsolidačný bod, ktorým by bola linka pomocou flexibilného vedenia zakončená v podlahovom boxe, ktorý by bolo možné premiestňovať. Pri návrhu riešenia by však bolo potrebné stanoviť konkrétny počet podlahových boxov, pri ktorých by nebolo známe, aký počet portov bude konkrétna pracovná stanica využívať.

Finálna možnosť použitá v projekte bude rovnaká ako možnosť predchádzajúca. Návrh však bude ukončený CP boxom a koncové pripojenie pracovných staníc bude realizované až v rámci nasťahovania nájomcu. Ten si určí konkrétne zapojenie a umiestnenie podlahových boxov, pre ktoré budú pripravené pravidelne rozmiestnené CP boxy v zdvojených podlahách. Počet prípojných miest a ich umiestnenie je popísaný v sekcii 4.4.1.

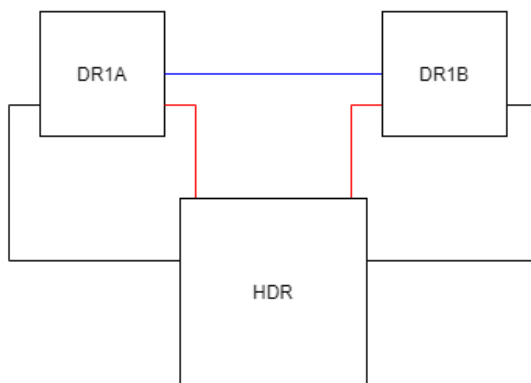
3.2 Správa siete Wi-Fi

V prípade ak by bola budova určená jednému nájomcovi, sieť Wi-Fi by bola spravovaná nasledovne. Počet, umiestnenie a konfigurácia prístupových bodov by bola taká, ako je vo výkrese zakreslené. Budova však bude slúžiť pre viacerých nájomcov, pri čom títo nájomcovia nie sú vopred známi. Teda nie sú známe ani ich požiadavky na pripojenie a nie je taktiež isté, či budú bezdrôtovú sieť Wi-Fi vôbec používať, mohlo by sa stať, že

zakúpené prístupové body v konečnom dôsledku nebudú využité. Preto si bude sieť Wi-Fi nájomca zabezpečovať sám. Aby však nedochádzalo k rušeniu medzi aktívnymi prvkami, je tieto aktívne prvky potrebné nakonfigurovať podľa určitých pravidiel. Aj keď sa projekt návrhom siete Wi-Fi v nadzemných poschodiach (okrem recepcie v 1NP) nezaoberá, nákres obsahuje odporúčané umiestnenie a nastavenie kanálov prístupových bodov na celej ploche budovy. Správca siete budovy bude mať na starosti len prístupové body v podzemných poschodiach a taktiež recepciu v 1NP.

3.3 Prenájom celého poschodia jednou firmou

Projekt primárne vychádza z predpokladu prenájmu polovice poschodia jedným nájomcom. Nájomca týmto predpokladom nie je obmedzený. Ak sa rozhodne prenajať celé poschodie, budú mu pridelené dva switche (jeden switch na polovicu poschodia). Oba switche budú mať pridelenú rovnakú virtuálnu sieť a tým budú dve polovice poschodia zjednotené do jednej logickej siete. Predpokladá sa však, že väčšina dátových prenosov bude prebiehať vo vnútri siete nájomcu, teda v rámci a medzi polovicami poschodia A a B. Prenosy medzi časťami A a B by tak zbytočne zaberali šírku pásma chrbticovej kabeláže a taktiež zaťažovali centrálny switch, ktorý zabezpečuje všetkým nájomcom prístup na internet a prípadné vzájomné prepojenie. Toto bude možné jednoducho vyriešiť vzájomným prepojením switchov nájomcu. Do zostávajúcich optických portov sa vložia optické moduly a switche sa navzájom prepoja optickým vláknom. Výber modulov a typu vlákna prebehne podľa požiadaviek nájomcu. Je potrebné dbať aj na prepínavosť kapacity switchu. Rovnakým spôsobom môže prebehnúť prepojenia častí A a B aj medzi poschodiami. Duplexná SMF kabeláž na prepojenie častí A a B na rovnakom poschodí bude súčasťou projektu, bude zakončené v optických vaňach DR.



Obr. 3.1: Bloková schéma prepojenia častí A a B (Zdroj: vlastné spravovanie)

Čierna čiara znázorňuje chrbticovú kabeláž, červená čiara znázorňuje redundanciu a modrá čiara znázorňuje dodatočné prepojenie časti A a časti B na rovnakom poschodí.

3.4 Výber prvkov konektivity

3.4.1 Prepojovací panel

Pri výbere prepojovacieho panelu je možné vyberať z dvoch konštrukcií, a to integrovanej a modulárnej konštrukcie. Modulárnu konštrukciu som zvolil z nasledovných dôvodov. V prípade problémov kabeláže je zaistený jednoduchší prístup k chybovej linke. Port je jednoducho od prepojovacieho panelu odpojený a vytiahnutý na prístupnejšie miesto, čo môže výrazne urýchliť odstránenie poruchy. Pre sprehľadnenie návrhu je možné konkrétny port farebne odlíšiť od ostatných portov. V prípade mechanickej závady portu je port jednoducho možné odstrihnúť a nahradiť ho iným portom, v prípade tohto projektu jackom Mini-Com RJ45. Pri použití integrovaného prepojovacieho panelu by sme o tieto výhody prišli. Pri výbere prepojovacieho panelu je dôležité dbať taktiež na spôsob uchytenia konektorov. Spôsob uchytenia konektoru sa musí zhodovať so spôsobom uchytenia prepojovacieho panelu, inak by konektor nebolo možné uchytiť. V tomto konkrétnom prípade sa jedná o typ uchytenia modulu Mini-Com.



Obr. 3.2: Modulárny prepojovací panel (Zdroj: [8])

3.4.2 Prenosový režim FO

Poznáme dva prenosové režimy, a to Single Mode (jedno-vidový režim) a Multi Mode (mnoho-vidový režim). Vo výbere režimu zohrávala úlohu neurčitosť návrhu. Nie je vopred známe, aké šírky pásma bude nájomca požadovať. Mnoho firiem podstupuje virtualizáciu hardwaru. Firme teda stačí jeden výkonnejší server, ktorý slúži na chod virtuálnych serverov umiestnených mimo priestory firmy. Toto riešenie šetrí miesto, financie, zvyšuje výkon a teda je pravdepodobné, že budúci nájomca túto službu využije. V prípade požiadaviek na väčšie šírky pásma nebude nutná žiadna manipulácia s kabelážou SMF. Pri zvýšení šírky pásma bude dostačujúca výmena optického modulu, poprípade switcha podľa požiadaviek nájomcu. Toto riešenie výrazne urýchli navýšenie šírky pásma a taktiež zamedzí poškodeniu, ku ktorému by v rámci výmeny nedostačujúceho MMF kábla za SMF kábel mohlo dôjsť.

4 VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA

V tejto kapitole bude popisovaný návrh riešenia, ktorý bol zhotovený podľa požiadaviek investora. Návrh bude pozostávať z výberu prvkov kabeláže, ich zapojenia a označenia. Ďalej budú vybrané konkrétne aktívne prvky a všetko bude následne zhrnuté v rozpočte.

4.1 Návrh siete

4.1.1 Topológia siete

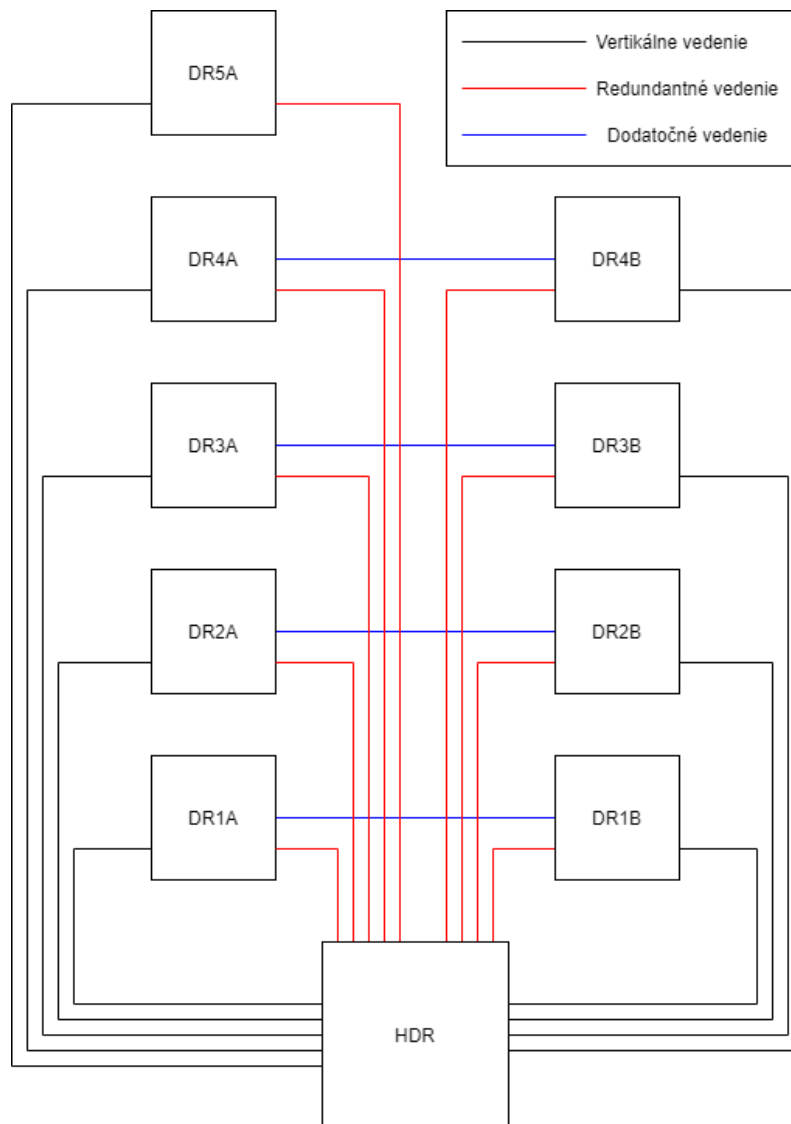
Sieť je navrhnutá v topológii hviezda. Hlavným prvkom návrhu je centrálny switch umiestnený v HDR v 1PP. Centrálny switch je prepojený so switchmi nájomcu jedným duplexným vláknom SMF. Centrálny switch bude taktiež prepojený s L2 PoE+ switchom určeným pre pripojenie čítačiek prístupových kariet a s L2 PoE+ switchom pre zapojenie prístupových bodov v podzemných poschodiach a v 1NP pre recepciu a prípadných hostí.

4.1.2 Redundantná kabeláž

Redundancia siete je navrhnutá rovnako ako topológia siete. Každý aktívny prvok je teda nie len prepojený hlavným duplexným káblom SMF, ktorý tvorí chrbticovú kabeláž, ale ešte druhým rovnakým duplexným káblom, ktorý tvorí redundanciu. Každý switch musí mať teda vyhradené dva porty pre jeho pripojenie ku centrálnemu switchu.

4.2 Chrbticová kabeláž (Backbone cabling)

Vzhľadom na možnosť jednoduchej škálovateľnosti bude návrh chrbticovej sekcie pozostávať s výlučne Single Mode optických vlákien. Projektový návrh bude využívať duplexné SMF káble, pričom bude duplexný kábel tohto typu slúžiť ako prepojenie hlavného dátového rozvádzača (HDR), ktorý je umiestnený v prvom podzemnom poschodí (1PP) s dátovým rozvádzačom pre polovicu jedného poschodia budovy. Toto prepojenie bude opakované pri každej polovici poschodia od 1NP po 5NP, dokopy teda 9 polovíc poschodia. Chrbticová kabeláž bude z oboch strán ukončená pigtailom, ktorý je zakončený LC konektorom. Spojenie pigtailu s vláknom chrbticovej kabeláže bude vykonané zvarením vlákna.



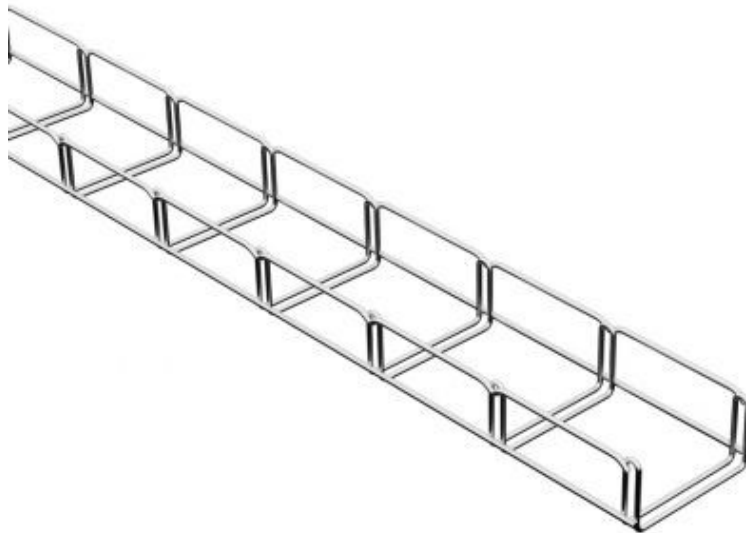
Obr. 4.1: Bloková schéma zapojenia DR (Zdroj: vlastné spracovanie)

4.2.1 Trasy kabeláže

Optické vedenie chrbticovej sekcie a taktiež kabeláž pre zapojenie ČPK a IP kamier bude umiestnené v drôtených káblových žľaboch 100x50mm. V prípade horizontálnej inštalácie budú žľaby upevnené závesným riešením zo stropu poschodia. Pri vertikálnej inštalácii budú žľaby prichytené k boku inštaláčnej šachty. Duplexné káble SMF a taktiež metalická kabeláž pre ČPK a IP kamery vo vertikálnej inštalácii budú v pravidelných vzdialenostiach 60cm upevňované k drôteným káblovým žľabom z dôvodu, aby nevznikala nadmerná ťažná sila, ktorú môže spôsobiť váha samotných káblov. Absencia tohto upevňovania by mohla spôsobiť porušenie káblov, a tým spôsobiť znefunkčnenie siete. Výhodou týchto žľabov

je ľahké tvarovanie oblúkov v horizontálnej a vertikálnej rovine, čo zabezpečí dodržanie stanovených polomerov ohybu kabeláže.

Všetky trasy kabeláže sú zakreslené v priložených výkresoch.



Obr. 4.2: Ukážka žľabu 50x100mm (Zdroj: [3])

4.3 Horizontálna kabeláž

Prevažnú väčšinu horizontálnej sekcie tvoria metalické linky zakončené v CP boxoch, ktoré sú umiestnené na piatich nadzemných poschodiach budovy. Tieto linky sú navrhnuté v kabeláži Cat.6. Jednou s požiadaviek investora je prenosová rýchlosť 100Mb/s na port pracovnej stanice, čo kabeláž tejto kategórie spolu s navrhnutými aktívnymi prvkami hravo zvládne.

Návrh bude taktiež obsahovať AP, ČPK a IP kamery, ktorých kabeláž bude zhodná s kabelážou ukončenou v CP boxoch. Aby nebolo dodatočne potrebné zaisťovať napájanie AP, ČPK a IP kamier, tieto zariadenia budú napájané cez určený switch pomocou PoE+. PoE+ zaisťuje napájanie cez páry dátového káblu.

4.3.1 Trasy kabeláže

Ako už bolo spomínané, prevažnú väčšinu horizontálnej kabeláže tvoria linky zakončené v CP boxoch. Táto kabeláž bude umiestnená v drôtených káblových žľaboch 400x50mm a 100x50mm pripevnených k betónovej podlahe, ktoré budú vedené v zdvojených podlahách pod priestormi Open Space. Pri počte Podľa množstva portov v CP boxe umiestnených na konci drôtených káblových žľabov budú následne v pravidelných vzdialenostiach pomocou nylonovej kábovej pásky tvorené zväzky káblov, väčšinou v počte 24 a 12 káblov na zväzok.

Kabeláž určená pre pripojenie AP bude vedená v podhladoch. Kabeláž určená pre ČPK bude taktiež vedená v podhladoch. Pre umiestnenie kabeláže do stien bude nutné použiť elektroinštalčné trubky. Za žiadnych okolností nie je možné kabeláž umiestniť priamo do steny.

Všetky trasy kabeláže sú zakreslené v priložených výkresoch.

4.4 Množstvo portov a ich rozloženie

4.4.1 Priestory Open Space

V týchto priestoroch sa počet portov odvíjal od povoleného maxima počtu osôb na plochu podľa normy ČSN 735305. Podľa tejto normy som vychádzal z rozmeru 10m² na jednu pracovnú stanicu, ktorá bude určená pre jedného používateľa, ktorému budú pridelené 3 porty. Jedná sa o priestory Open Space, tým pádom rozloženie nábytku a priečok nie je vopred známe. Vzhľadom na túto skutočnosť bude kabeláž zakončená v konsolidačných bodoch, z ktorých bude pomocou flexibilnej kabeláže zakončená pracovná sekcia v dátových zásuvkách na vybraných miestach. Kabeláž od CP po dátové zásuvky v tomto projekte nebude riešená a finálne rozloženie dátových zásuviek si bude následne určovať budúci nájomca napríklad v rámci služby Fit-out. CP boxy budú umiestnené v zdvojenej podlahe, ktorá sa nachádza pod celou plochou týchto priestorov. V prevažnej väčšine sa bude jednať o CP boxy, ktoré budú obsahovať 24 a 12 portov. CP box s veľkosťou 24 portov bude určený pre 8 užívateľov, pri čom bude mať jeden užívateľ k dispozícii 3 porty a CP box s veľkosťou 12 portov bude určený pre 4 používateľov s rovnakým počtom portov na

jedného používateľa. Rozloženie CP boxov a ich označenie je znázornené v priložených výkresoch. Obe strany kabeláže budú zakončené jackom RJ45.



Obr. 4.3: Príklad CP v priestoroch Open Space (Zdroj: [1])

4.4.2 Prístupové body (Access Point)

V prípade portov pre prístupové body som vychádzal z maximálneho počtu osôb, ako v prípade priestorov Open Space. Podľa počtu osôb bolo následne vypočítané množstvo potrebných prístupových bodov. Porty boli rozložené tak, aby prístupové body pokrývali potrebnú plochu signálom Wi-Fi.

4.4.3 IP kamier

Porty určené na pripojenie IP kamier boli rozložené podľa pôvodného návrhu slaboprádu. Riešením IP kamier sa projekt zaoberá len v podzemných poschodiach a v 1NP. Monitorovanie priestorov patriacich nájomcovi si bude zabezpečovať nájomca sám.

4.4.4 Čítačky prístupových kariet

Porty pre inštaláciu čítačiek prístupových kariet boli umiestnené podľa pôvodného návrhu slaboprádu. Kabeláž bude na oboch stranách zakončená jackom RJ45.

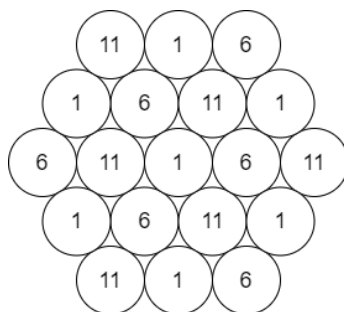
4.5 Rozdelenie na VLAN

Administratívna budova bude určená pre viacero nájomcov. Aby bola zabezpečená jednoduchšia správa a väčšia bezpečnosť, každý nájomca bude mať pridelenú svoju vlastnú sieť VLAN. V prípade ak bude jeden nájomca využívať viac ako jednu polovicu poschodia, je možné pomocou VLAN jeho prenajímané časti zlúčiť do rovnakej logickej siete, tým pádom bude mať prístup len do siete jeho prenajímaných priestorov. Rovnako to bude fungovať so strany ostatných nájomcov.

V sieti budú pomocou VLAN taktiež oddelené AP a ČPK. Toto rozdelenie bude nastavené v centrálnom switchy L3, ktorý je umiestnený v HDR. Sieť IP kamier bude oddelená fyzicky, z tohoto dôvodu oddelenie pomocou VLAN nie je potrebné.

4.6 Pokrytie budovy Wi-Fi signálom

Pokrytie podzemných poschodí, recepcie a jej okolia Wi-Fi signálom bude zabezpečené pomocou prístupových bodov. Zapojenie a taktiež ich napájanie bude prebiehať cez dátovú kabeľáž pomocou switcha s funkciou PoE+. Aby nenastalo rušenie medzi prístupovými bodmi, je potrebné, aby boli prístupové body nakonfigurované tak, aby k týmto komplikáciám neodchádzalo. V tomto prípade sa jedná o výber kanálov konkrétnych prístupových bodov. V návrhu bude riešené umiestnenie a zapojenie prístupových bodov len pre podzemné poschodia a okolie recepcie v 1NP. Umiestnenie prístupových bodov a priradenie kanálov v ostatných nadzemných poschodiach bude len odporúčané. Bude slúžiť ako možná alternatíva pre budúceho nájomcu. Toto odporúčanie v rozpočte projektu zahrnuté nebude. Konkrétnym výberom AP sa budem zaoberať v sekcii 4.7.



Obr. 4.4: Rozloženie kanálov 2,4GHz (Zdroj: vlastné spracovanie podľa [15])

Výber kanálov bude vo výkrese znázornený ako Ch1/36. písmená Ch znázorňujú kanál, po anglicky channel. Prvé číslo za lomkou bude určovať kanál konkrétneho prístupového bodu v pásme 2,4GHz a druhé číslo bude určovať kanál konkrétneho prístupového bodu v pásme 5GHz. V prípade pásma 2,4GHz sa bude jednať o kanály 1,3 a 6. Tieto čísla kanálov sa považujú za neprekrývajúce sa kanály v pásme 2,4GHz. V prípade pásma 5GHz sa bude jednať o kanály 36,40 a 44.

4.7 Aktívne prvky

4.7.1 Centrálny switch/router

Ako centrálny switch som zvolil switch JL658A zo série CX 6300 od spoločnosti Aruba. Switch obsahuje 24 SFP+ portov určených na prenos 1G alebo 10G. Taktiež obsahuje 4 SFP56 porty, cez ktoré je možné prenášať 1G, 10G, 25G alebo 50G. Pre prenos cez tieto porty sú však potrebné optické moduly, ktoré budú spomenuté nižšie v sekcii 4.7.5.

Chladenie aktívneho prvku zaisťujú dva hot-swapp ventilátory, čo znamená, že je ich výmenu možné previesť za chodu aktívneho prvku. Napájanie aktívneho prvku zabezpečujú dva taktiež hot-swapp zdroje. Na chod zariadenia je potrebný minimálne jeden zdroj, ktorý nie je súčasťou aktívneho prvku. Druhý zdroj môže slúžiť ako redundancia napájania. Tento aktívny prvok bude zaberať v DR 1U.



Obr. 4.5: Aruba 6300M 24-port SFP+ a 4-port SFP56 Switch (JL658A) (Zdroj: [6])

4.7.2 Switch nájomcu

JL253A zo série 2930F od spoločnosti Aruba bude slúžiť ako router nájomcu, ktorý bude oddeľovať sieť nájomcu konkrétnej spoločnosti od ostatných nájomcov. Obsahuje 24 1G RJ45 portov, ktoré budú slúžiť na pripojenie ďalších aktívnych prvkov, poprípade serverov.

Ďalej obsahuje 4 10G SFP+ porty, pomocou ktorých bude switch prepojený s centrálnym switchom.



Obr. 4.6: Aruba 2930F 24G 4SFP+ Switch (JL253A) (Zdroj: [6])

4.7.3 Pripojenie AP a recepcie

Switch, ktorý bude určený na zapojenie prístupových bodov a taktiež recepcie v 1NP som vybral JL356A zo série 2540 od spoločnosti Aruba. Tento switch obsahuje 24 1G RJ45 portov s funkciou PoE+. Taktiež obsahuje štyri 10G SFP+ porty. Prístupové body budú napájané pomocou PoE+. V prípade nutnosti je možné PoE+ na vybraných portoch vypnúť.



Obr. 4.7: Aruba 2540 24G PoE+ 4SFP+ Switch (JL356A) (Zdroj: [6])

4.7.4 Pripojenie ČPK

Ako posledný switch, ktorý bude určený na zapojenie a napájanie IP kamier bol vybraný J9778A zo série 2530 od spoločnosti Aruba. Switch obsahuje 48 RJ45 portov s funkciou PoE+. Táto funkcia bude zaisťovať napájanie IP kamier pomocou dátového kábla. Switch ďalej obsahuje dva 1G RJ45 porty a taktiež dva 1G SFP porty.



Obr. 4.8: Aruba 2530-48-PoE+ Switch (J9778A) (Zdroj: [6])

4.7.5 Optické moduly

10G SFP+ LC optický modul

Ako 10G SFP+ optický modul som zvolil J9151A od spoločnosti HPE. Jedná sa o duplexný SMF LC modul, ktorý pracuje v plne duplexnom režime na vlnovej dĺžke 1310nm.



Obr. 4.9: HPE X132 10G SFP+ LC LR Transceiver (J9151A) (Zdroj: [2])

1G SFP RJ45 metalický modul

Na pripojenie switchu určeného na zapojenie ČPK je možné použiť taktiež port RJ45. Z tohoto dôvodu som vybral SFP RJ45 modul J8177C od spoločnosti HPE, ktorý je schopný doručiť 1G až do 100m. Použitie metalického modulu ušetrí jeden modul, keďže switch disponuje portom RJ45.



Obr. 4.10: HPE X121 1G SFP RJ45 T Transceiver (J8177C) (Zdroj: [2])

4.7.6 Prístupové body

Ako prístupový bod, ktorý bude zaisťovať pripojenie k bezdrôtovej sieti Wi-Fi bol vybraný IAP-305 (RW) so série 300 od spoločnosti Aruba. Prístupový bod pracuje v pásmach 2.4GHz a 5GHz. V prenosovom pásme 2,4GHz dosahuje prenosové rýchlosti do 300Mb/s a v pásme 5GHz dosahuje prenosové rýchlosti do 1300Mb/s. Zariadenie podporuje štandard IEEE 802.11ac. Zariadenie bude napájané pomocou funkcie PoE+ s podporou 802.3af/at, ktoré bude zabezpečované vyššie spomenutým switchom JL356A. Prístupový bod je schopný pracovať v dvoch režimoch. [6]

- Controller-managed režim umožňuje pomocou Aruba Mobility Controller centralizovanú konfiguráciu, šifrovanie dát, sieťové služby, ako aj distribuované a centralizované presmerovanie komunikácie [6]
- Aruba Instant režim umožňuje jedinému prístupovému bodu automaticky distribuovať sieťovú konfiguráciu ostatným prístupovým bodom s Aruba Instant režimom vo vnútri WLAN. [6]

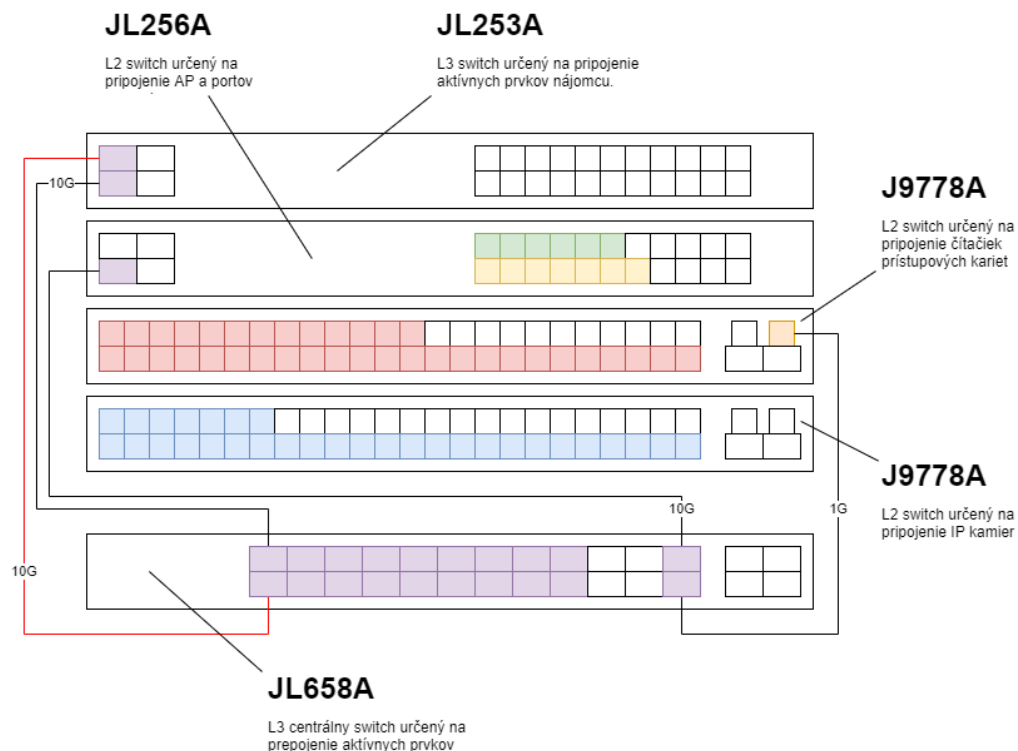


Obr. 4.11: Aruba Instant IAP-305 RW (JX945A) (Zdroj: [6])

4.8 Návrh zapojenia aktívnych prvkov

Vzhľadom na veľkosť budovy a jej požadovaného rozdelenia bude sieť pozostávať nie z jedného, ale z desiatich L3 switchov. Centrálny switch L3 bude slúžiť na prepojenie všetkých aktívnych prvkov a zaisťovať pripojenie budovy na internetu. Taktiež bude oddeľovať

vnútornú sieť LAN budovy od vonkajšej siete WAN. Ostatných deväť switchov L3 bude slúžiť na oddelenie sietí nájomcu. Taktiež bude určený na zapojenie aktívnych prvkov, poprípade serverov, ktoré bude nájomca využívať.



Obr. 4.12: Schéma prepojenia switchov (Zdroj: vlastné spracovanie)

Fialové porty znázorňujú využité optické porty switchov, porty označené na modro znázorňujú využitie portov IP kamerami, žlté porty znázorňujú zapojenie AP, červené porty znázorňujú porty využité ČPK a do portov zelenej farby bude pripojená kabeláž, ktorá bude k sieti pripájať dátové zásuvky recepcie. Čierne čiary znázorňujú zapojenie SMF chrbticovej kabeláže a červené čiary znázorňujú redundantnú SMF kabeláž. Pripojenie switchu nájomcu bude opakované deväť krát, čomu sa rovná počet polovic poschodia.

4.9 Značenie prvkov kabeláže

V nasledujúcej sekcii je popísaný spôsob a miesta umiestnenia značenia kabeláže. Kompletne tabuľky značenia sa nachádzajú v prílohe.

4.9.1 Značenie prvkov horizontálnej kabeláže

Porty horizontálnej sekcie budú značené pomocou reverzného kódu ako bolo popísané v sekcii 1.8. Konkrétny identifikačný kód bude vyzeráť nasledovne.

A0102

A - označenie dátového rozvádzača

01 - označenie prepojovacieho panelu (patch panel)

02 - číslo portu prepojovacieho panelu

Za písmeno A bude možné dosadiť tri písmená a to A, B alebo Z . Písmená A a B budú označovať dátový rozvádzač v časti budovy A alebo B a to len na poschodí, na ktorom je port umiestnený. Písmeno Z bude označovať HDR v 1PP, bez ohľadu na to, na akom poschodí sa toto značenie vyskytne.

Číslo 01 bude nahradené číslom prepojovacieho panelu konkrétneho rozvádzača podľa prvého zvoleného písmena v značení a to v rozsahu 01-99.Číslo 02 bude určovať číslo portu konkrétneho prepojovacieho panelu uvedeného z výroby v konkrétnom rozvádzači podľa predchádzajúcich čísel a písmena a to v rozsahu 01-99.Toto značenie bude uvedené na začiatku a konci metalického kábla pomocou samolaminovacieho štítka a taktiež na portom CP boxu.

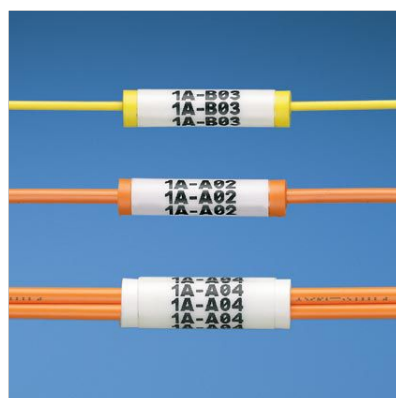
Ďalej budú označené CP boxy a to spôsobom CP01, pri čom CP symbolizuje konsolidačný bod (consolidation point) a nasledujúce čísla číslo CP boxu. Pri každom poschodí bude číslovanie začínať od začiatku. Rovnako bude značený prepojovací panel PP01, kde PP symbolizuje prepojovací panel (alebo patch panel) a nasledujúce čísla číslo prepojovacieho panelu. Zväzky káblov vedúcich v podlahových žlaboch budú označené rovnakým značením ako je označený CP box, do ktorého zväzok vedie.



Obr. 4.13: Samolaminovací štítek na metalickou kabeláž (Zdroj: [8])

4.9.2 Značenie prvkov chrbticovej sekcie

Značenie prvkov kabeláže bude pozostávať s označenia dvoch navzájom prepojených dátových rozvádzačov. Optická vaňa bude označená ako FOE01, pričom FOE bude znázorňovať fiber optic enclosure a číslo 01 bude znázorňovať číslo optickej vane v rozvádzači v ktorom je umiestnená. Nad duplexným LC portom bude označenie dátového rozvádzača do ktorého SMF kábel smeruje a to rovnako aj v prípade koncového rozvádzača. SMF kábel bude disponovať označením dvoch vzájomne prepojených dátových rozvádzačov a označenia typu kabeláže. Napríklad v prípade redundantného prepojenia HDR a DR5A bude SMF kábel označený HDR-DR5A-R. Písmeno R bude znázorňovať redundantnú kabeláž a písmeno P chrbticovú kabeláž (po česky páteř). SMF kábel bude označený na každom poschodí v miestnosti ktorou prechádza stúpacia trasa vo viditeľnej výške 1.5m a taktiež každých 5m vo vodorovných káblových žlaboch.



Obr. 4.14: Samolaminovací štítek na FO kabeláž (Zdroj: [8])

4.9.3 Farebné odlíšenie prvkov podľa použitia

V projekte budú podľa použitia farebné odlíšené konektory RJ45 a taktiež metalická kabeľáž. Toto rozlíšenie je znázornené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 4.1: Farebné odlíšenie prvkov podľa použitia (Zdroj: vlastné spracovanie)

Prvky konektivity	Popis	Farba	Určenie
CJ688TGGR	jack RJ45	zelená	porty v CP boxe
CJ688TGYL	jack RJ45	žltá	porty AP
CJ688TGRD	jack RJ45	červená	porty ČPK
CJ688TGBU	jack RJ45	modrá	porty IP kamier
PUY6C04GR	kábel Cat.6	zelená	kabeľáž CP boxov
PUY6C04BU	kábel Cat.6	modrá	ostatná kabeľáž

4.10 Káblové žlaby

Na uloženie kabeľáže boli vybraté káblové žlaby MERKUR 2, ktoré je možné použiť na inštaláciu silnoprúdu, motorických rozvodov, alebo v tomto prípade slaboprúdu. Drôtené káblové žlaby sú vyrobené z oceleového drôtu, ktorý je povrchovo upravený žiarovým zinkom. Hlavnou výhodou systému je jednoduchá montáž, ktorá je dosiahnutá vďaka nízkej hmotnosti a vysokej variabilite. Káblové žlaby a komponenty MERKUR 2 spĺňajú požiadavky aktuálnych európskych smerníc. [3]

4.10.1 Nosnosť žlabov

Umiestnenie spoja vzhľadom na podperné miesta trasy zásadne ovplyvňuje nosnosť žlabu. Umiestnenie spoja v 1/5 rozpätia podperných miest zabezpečuje najväčšiu nosnosť. [3]

Standardní montáž

[spojka kdekoľvek medzi podpěrnými místy]

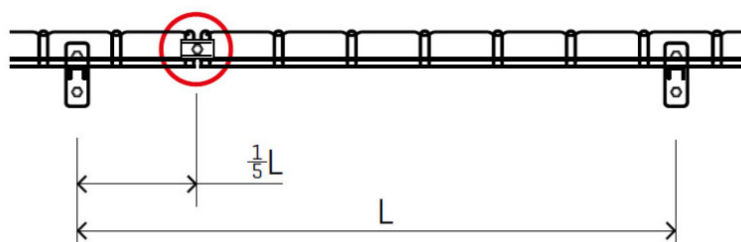


Obr. 4.15: Štandardná montáž žlabu (Zdroj: [3])

Montáž, ktorá je znázornená na predchádzajúcom obrázku je považovaná za štandardnú montáž. V prípade tohto spôsobu je možné spojku umiestniť na ľubovoľnú polohu z výnimkou umiestnenia spoja nad podperné miesto. Pri tejto montáži nie je potrebné žľaby skracovať, a tým je produkcia odpadu pri inštalácii minimalizovaná. [3]

Montáž s největší mechanickou pevností

[spojka umístěna v 1/5 rozpětí opěrných míst]



Obr. 4.16: Montáž žľabu s najväčšou mechanickou pevnosťou (Zdroj: [3])

Hlavnou výhodou druhého typu montáže, je zväčšenie nosnosti žľabu. Táto montáž je však náročnejšia, čo je dôsledkom nutného skracovania žľabov. Pri tomto riešení vzniká viac odpadu, a tým sa znižuje ekonomická efektivita inštalácie. [3]

Pre potreby tohoto projektu bude postačujúca štandardná montáž drôtených káblových žľabov.

4.11 Miestnosti s umiestnením DR

Hlavný dátový rozvádzač bude umiestnený v 1PP v miestnosti 01.23 určenej na rozvod slaboprúdu a umiestnenie zdroju neprerušovaného napájania (UPS). Využitie tejto miestnosti bolo určené priamo v nákresoch architekta.

V nadzemných poschodiach sa nenachádzali žiadne miestnosti primárne určené na umiestnenie dátového rozvádzača. Vzhľadom na dispozíciu budovy a umiestnenie inštalčných šachiet bola časť priestorov Open Space oddelená od zvyšku priestorov, a tým bola vytvorená miestnosť, v ktorej bude umiestnený DR nájomcu. Táto miestnosť bude slúžiť pre jeden DR polovice poschodia budovy. V konečnom dôsledku bude takto oddelených deväť miestností, v ktorých budú DR umiestnené.

4.12 Chladienie miestností s DR

Miestnosť 01.23 v 1PP určená na slaboprúd a UPS s chladením DR počítala. Chladienie bude zaistené vnútornou nástennou chladiacou jednotkou, ktorá má chladiaci výkon 3.6kW. Je potrebné zaistiť, aby bol prípadný kondenzačný výtok odvedený mimo miestnosť.

V novovytvorených miestnostiach v nadzemných poschodiach sa chladienie nenachádza. Chladienie DR je však nutnosťou. V prípade rovnakého spôsobu chladenia ako v miestnosti 01.23 v 1PP je chladiacu jednotku umiestniť tak, aby bol studený vzduch vháňaný prednou stranou DR. Predná strana DR bude studený vzduch nasávať. Pri prechádzaní DR prúdiaci vzduch odvedie teplo z aktívnych prvkov a bude vyfúknuť zadnou stranou DR. Možné riešenie je taktiež privádzanie studeného vzduchu do prednej časti DR a následné odvádzanie vzduchu teplého zo zadnej strany DR. Pri výbere potrebného chladiaceho výkonu, je potrebné dbať aj na možné usadenie DR servermi, poprípade inými aktívnymi prvkami.

4.13 Zemnenie a napájanie

Káblové žľaby a taktiež dátové rozvádzače je nutné uzemniť. Je nutné, aby bolo zemnenie realizované podľa platných noriem. Projekt sa nezaobera konkrétnym riešením zemnenia.

Pre napájanie dátových rozvádzačov je nutné zabezpečiť samostatný okruh napájania s prepäťovou ochranou. Ak aktívny prvok obsahuje redundantný zdroj, je potrebné aby bol tento zdroj pripojený na iný okruh. V inom prípade by bola redundancia zbytočná.

Optimálny počet elektrických zásuviek sú dve elektrické zásuvky pre jednu dátovú zásuvku, nie je to však nutnosť.

4.14 Inštalácia konektivity

Inštalácia kabeľáže a konektivity kabeľáže môže prebiehať len firmou, ktorá disponuje certifikáciou pre konektivitu Panduit. Týmto spôsobom bude zaručené dodržanie parametrov kabeľáže. Každá jedna linka bude otestovaná na požadovanú kategóriu prvkov konektivity a to Cat.6.

4.15 Ekonomické zhodnotenie

V tejto kapitole budú zhrnuté náklady na pasívne prvky, aktívne prvky a taktiež približná cena inštalácie pasívnych prvkov.

4.15.1 Rozpočet

Všetky uvedené ceny sú stanovené bez DPH. Konečné ceny môže ovplyvniť prípadná množstevná zľava, alebo menový kurz. Pasívne prvky spoločnosti Arkys boli pôvodne stanové v eurách a následne prepočítané v kurze 1€/26Kč.

Tabuľka 4.2: Rozpočet aktívnych prvkov (Zdroj: vlastné spracovanie)

Aktívny prvok	Použitie	mj	Množstvo	Cena/mj	Celkom (bez DPH)
JL658A	centrálny switch	ks	1	312,000.00	312,000.00
JL085A	napájací zdroj	ks	2	7,046.00	14,092.00
JL253A	switch nájomcu	ks	9	27,300.00	245,700.00
JL356A	pripojenie AP a recepcie	ks	1	26,700.00	26,700.00
J9778A	pripojenie ČPK a AP kamier	ks	2	25,600.00	51,200.00
J9151A	10G SFP+ LC modul	ks	20	6,500.00	130,000.00
J8177C	1G SFP RJ45 modul	ks	1	3,640.00	3,640.00
JX945A	prístupový bod	ks	7	6,800.00	47,600.00
Celkom					830932.00

Nasledujúca tabuľka znázorňuje celkový rozpočet materiálov rozdelený na 4 položky. Prvá položka je suma aktívnych prvkov a príslušenstva predchádzajúcej tabuľky. Druhá položka znázorňuje materiály použité v dátových rozvádzačoch ako prepojovacie panely, optické vane, atď. Kabeláž a jej konektivita obsahuje položky ako kabeláž, konektory a značenie. Posledná položka sú žľaby a ich príslušenstvo. Podrobnejšie rozloženie položiek sa nachádza v projektovej dokumentácii.

Tabuľka 4.3: Celkový rozpočet materiálov (Zdroj: vlastné spracovanie)

Materiál	Popis	Cena (bez DPH)
Aktívne prvky	aktívne prvky a príslušenstvo	830,932.00 Kč
Rozvádzač	dátové rozvádzače a ich vybavenie	556,933.70 Kč
Kabeláž	kabeláž a jej konektivita	558,908.00 Kč
Žľaby	žľaby a ich príslušenstvo	18,048.94 Kč
Celkom		1,964,822.64 Kč

Tabuľka 4.4: Rozpočet inštalácie materiálov (Zdroj: vlastné spracovanie)

Inštalácia	Popis	Cena (bez DPH)
Aktívne prvky	inštalácia aktívnych prvkov	
Rozvádzač	inštalácia dátových rozvádzačov a ich príslušenstva	139,233.43 Kč
Kabeláž	inštalácia kabeláže a prvkov konektivity	186,302.67 Kč
Žlaby	inštalácia žlabov	6,016.31 Kč
Celkom		331,552.41 Kč

V celkovom realizačnom rozpočte je zahrnutá taktiež inštalácia pasívnych prvkov. Ceny tejto inštalácie sa odvíjajú od cien materiálov, ktoré budú inštalované.

Tabuľka 4.5: Realizačný rozpočet (Zdroj: vlastné spracovanie)

Typ položky	Popis	Cena (bez DPH)
Materiál	celkové náklady za materiál	1,964,822.64 Kč
Inštalácia	celkové náklady za inštaláciu	331,552.41 Kč
Celkom		2,296,375.05 Kč

Celková cena projektu je 2,296,375.05 Kč. Pri stanovovaní ceny neboli zahrnuté možné množstevné zľavy a doprava materiálu. Tieto faktory môžu ovplyvniť finálnu cenu projektu.

ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Cieľom bakalárskej práce bolo vytvorenie návrhu komunikačnej sieťovej infraštruktúry administratívnej budovy. Pri návrhu bolo potrebné splniť všetky požiadavky investora a navrhnuť riešenie, ktoré bude spoľahlivé a pripravené na vývoj IT odvetvia.

Teoretická časť projektu bola zameraná na popis základných znalostí potrebných na vypracovanie projektu. Nasledovala analýza súčasného stavu a požiadaviek, ktoré boli stanovené investorom. Tieto časti slúžili ako opora pri návrhu vlastného riešenia.

Na kvalitu navrhnutých výrobkov bol kladený veľký dôraz. Pasívne prvky tvoria výrobky od spoločnosti Panduit, ktorá je celosvetovo známa svojou kvalitou. Ako výrobca aktívnych prvkov bola zvolená spoločnosť Aruba, ktorá je dcérskou spoločnosťou Hewlett Packard Enterprise. Aruba je jeden z lídrov bezdrôtových, bezpečnostných a sieťových riešení.

Projekt nemal stanovený rozpočet. Snažil som sa, aby bola výsledná čiastka čo najnižšia a zároveň bola dodržaná požadovaná kvalita. Bakalárska práca bude slúžiť ako konkurenčný návrh komunikačnej sieťovej infraštruktúry administratívnej budovy.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

IP - internet protocol
SMF - single mode fiber (optic)
MMF - multi mode fiber (optic)
LAN - local area network
MAN - metropolitan area network
WAN - wide area network
Wi-Fi - wireless fidelity
PoE - power over Ethernet
DTE - data terminal equipment
VLAN - virtual LAN
WLAN - wireless LAN
NEXT - near end crosstalk
FEXT - far end crosstalk
UTP - unshielded twisted pair
FO - fiber optic
IT - information technology
CP - consolidation point
MUTO - multi-user telecommunication outlet
IKS - infraštruktúra komunikačných systémov
UPS - uninterruptible power supply
NP - nadzemné poschodie
PP - podzemné poschodie
DR - dátový rozvádzač
HDR - hlavný dátový rozvádzač
ČPK - čítačka prístupových kariet
AP - access point

LITERATÚRA

- [1] *Design, Architecture & Designers at STYLEPARK* [online]. Frankfurt am Main: Stylepark AG, ©2000–2020 [cit. 2020-04-12]. Dostupné na: <https://www.stylepark.com/en/evoline/consolidation-point>.
- [2] *Cisco Router, Cisco Switch, New Used Cisco Prices Comparison* [online]. Cheung Sha Wan: Router-switch Ltd., ©2002-2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné na: <https://www.router-switch.com/>.
- [3] *Drátěné kabelové žlaby - největší výrobce a dodavatel v ČR - ARKYS s.r.o.* [online]. Slatina: ARKYS, ©2013 [cit. 2020-05-05]. Dostupné na: <https://www.arkys.cz/>.
- [4] *K4 a.s. - Architects & Engineers, projekční a architektonická kancelář* [online]. Brno: K4 a.s., ©2015 [cit. 2020-05-12]. Dostupné na: <https://www.k4.cz/>.
- [5] *Czech Technology Park Brno* [online]. Brno: Technologický Park Brno, a.s., ©2016-2020 [cit. 2020-03-30]. Dostupné na: <http://technologypark.cz/>.
- [6] *Aruba | Enterprise Networking and Security Solutions* [online]. Santa Clara: Hewlett Packard Enterprise Development LP, ©2020 [cit. 2020-05-08]. Dostupné na: <https://www.arubanetworks.com/>.
- [7] *Cabling Installation & Maintenance* [online]. [b.m.]: Endeavor Business Media, LLC., ©2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné na: <https://www.cablinginstall.com/>.
- [8] *Panduit | Network Infrastructure and Industrial Electrical Wiring* [online]. Tinley Park: Panduit, ©2020 [cit. 2020-04-22]. Dostupné na: <https://www.panduit.com/>.
- [9] *Signal Transmission, Connectivity, & Networking Products - Belden* [online]. St. Louis: Belden Inc., ©2020 [cit. 2020-04-01]. Dostupné na: <https://www.belden.com/>.
- [10] BAGAD, V. S. a DHOTRE, I. A. *Computer Networks*. [b.m.]: Technical Publications Pune, 2008. ISBN 81-8431-259-8.
- [11] EDWARDS, J. a BRAMANTE, R. *Networking Self-Teaching Guide*. Indiana: Wiley Publishing, 2009. ISBN 948-0-470-40238-2.
- [12] JORDÁN, V. a ONDRÁK, V. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [13] KIZZA, J. M. *A Guide to Computer Network Security*. New York: Springer, 2009. ISBN 978-1-84800-916-5.

- [14] KUROSE, J. F. a ROSS, K. W. *Počítačové sítě*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-3825-0.
- [15] SEDLÁK, P. *ISMS Bezpečnost WiFi řešení* [prezentácia]. Brno: VUT, 16.02.2017.

ZOZNAM OBRÁZKOV

1.1	Znázornenie ISO/OSI (Zdroj: vlastné spracovanie)	13
1.2	Znázornenie topológie BUS (Zdroj: vlastné spracovanie)	16
1.3	Znázornenie topológie RING (Zdroj: vlastné spracovanie)	17
1.4	Znázornenie topológie STAR (Zdroj: vlastné spracovanie)	17
1.5	Znázornenie siete LAN (Zdroj: vlastné spracovanie)	18
1.6	Rozdelenie siete pomocou VLAN (Zdroj: vlastné spracovanie)	19
1.7	Rozdiel medzi zvarným a nezvarným párom (Zdroj: [9])	20
1.8	Znázornenie symetrie párov (Zdroj: [9])	20
1.9	Ukážka zvarného a nezvarného páru (Zdroj: [9])	20
1.10	Znázornenie krížov (Zdroj: vlastné spracovanie podľa [12])	21
1.11	Znázornenie CP a MUTO (Zdroj: [7])	25
2.1	Logo spoločnosti K4 a.s. (Zdroj: [4])	28
2.2	Znázornenie Technologického Parku (Zdroj: [5])	29
3.1	Bloková schéma prepojenia častí A a B (Zdroj: vlastné spracovanie)	35
3.2	Modulárny prepojovací panel (Zdroj: [8])	36
4.1	Bloková schéma zapojenia DR (Zdroj: vlastné spracovanie)	38
4.2	Ukážka žľabu 50x100mm (Zdroj: [3])	39
4.3	Príklad CP v priestoroch Open Space (Zdroj: [1])	41
4.4	Rozloženie kanálov 2,4GHz (Zdroj: vlastné spracovanie podľa [15])	42
4.5	Aruba 6300M 24-port SFP+ a 4-port SFP56 Switch (JL658A) (Zdroj: [6])	43
4.6	Aruba 2930F 24G 4SFP+ Switch (JL253A) (Zdroj: [6])	44
4.7	Aruba 2540 24G PoE+ 4SFP+ Switch (JL356A) (Zdroj: [6])	44
4.8	Aruba 2530-48-PoE+ Switch (J9778A) (Zdroj: [6])	45
4.9	HPE X132 10G SFP+ LC LR Transceiver (J9151A) (Zdroj: [2])	45
4.10	HPE X121 1G SFP RJ45 T Transceiver (J8177C) (Zdroj: [2])	45
4.11	Aruba Instant IAP-305 RW (JX945A) (Zdroj: [6])	46
4.12	Schéma prepojenia switchov (Zdroj: vlastné spracovanie)	47
4.13	Samolaminovací štítok na metalickú kabeláž (Zdroj: [8])	49
4.14	Samolaminovací štítok na FO kabeláž (Zdroj: [8])	49
4.15	Štandardná montáž žľabu (Zdroj: [3])	50
4.16	Montáž žľabu s najväčšou mechanickou pevnosťou (Zdroj: [3])	51

ZOZNAM TABULIEK

4.1	Farebné odlíšenie prvkov podľa použitia (Zdroj: vlastné spracovanie) . . .	50
4.2	Rozpočet aktívnych prvkov (Zdroj: vlastné spracovanie)	53
4.3	Celkový rozpočet materiálov (Zdroj: vlastné spracovanie)	53
4.4	Rozpočet inštalácie materiálov (Zdroj: vlastné spracovanie)	54
4.5	Realizačný rozpočet (Zdroj: vlastné spracovanie)	54

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č.1: 5NP_Objekt_D	I
Príloha č.2: 4NP_Objekt_D	II
Príloha č.3: 3NP_Objekt_D	III
Príloha č.4: 2NP_Objekt_D	IV
Príloha č.5: 1NP_Objekt_D	V
Príloha č.6: 1PP_Objekt_D	VI
Príloha č.7: 2PP_Objekt_D	VII
Príloha č.8: Rezy_Objekt_D	VIII
Príloha č.9: 5NP_Objekt_D_IKS	IX
Príloha č.10: 4NP_Objekt_D_IKS	X
Príloha č.11: 3NP_Objekt_D_IKS	XI
Príloha č.12: 2NP_Objekt_D_IKS	XII
Príloha č.13: 1NP_Objekt_D_IKS	XIII
Príloha č.14: 1PP_Objekt_D_IKS	XIV
Príloha č.15: 2PP_Objekt_D_IKS	XV
Príloha č.16: 2020_BP_Projektova_dokumentacia_Kajan_Tomas_202666 ...	XVI